OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TORINO

ANNUARIO 1972

Scuola Salesiana del Libro - Catania

1971

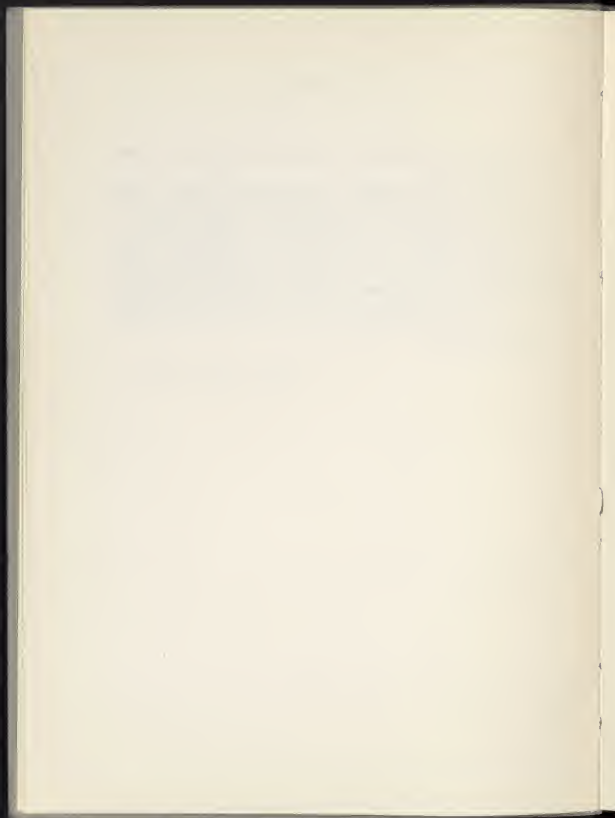
PREMESSA

Il presente Annuario per l'anno bisestile 1972 continua la serie avviata nel 1968.

Secondo lo schema consueto, ai dati astronomici fa seguito la relazione ufficiale del Direttore sull'attività dell'Osservatorio, nonché alcuni articoli di divulgazione astronomica, che ci auguriamo possano interessare il lettore.

I dati relativi al sorgere e tramontare del sole e della luna sono stati desunti dalle tabelle preparate a cura del prof. A. Kranjc, presso il Centro di calcolo del C.N.E.N., sezione di Bologna. Gli istanti di culminazione del sole sono stati ricavati dall'American Ephemeris a cura del Sig. A. Di Battista.

Ai lettori, ai numerosi appassionati di Astronomia ed alla cittadinanza che segue con benevolenza il nostro lavoro facciamo pervenire i consueti auguri anche per il 1972.

L'Osservatorio astronomico di Torino

CRONOLOGIA

L'anno 1972 corriponde al 6685° anno del periodo giuliano. In altre parole, alle ore 12 del 1° Gennaio 1972 comincerà il 2.440.954° giorno dall'inizio di questa cronologia, introdotta ad uso esclusivo degli astronomi, per una più facile collocazione degli eventi celesti (G.G. = giorno giuliano). Il 14 Gennaio comincerà l'anno del calendario giuliano (in vigore prima del calendario gregoriano) chè sarà il 2725° dalla fondazione di Roma. Il 16 Febbraio comincerà il 1392° anno dell'era maomettana (Egira). Il 9 Settembre comincerà l'anno 5733 del calendario ebraico moderno.

COMPUTO ECCLESIASTICO GREGORIANO

Lettera Domenicale	BA
Epatta	14
Numero d'oro (ciclo lunare)	XVI
Indizione romana	10
Ciclo solare	21

FESTE MOBILI

Settuagesima	30 Gennaio	Ascensione di N.S.	11 Maggio
Le Ceneri	16 Febbraio	Pentecoste	21 Maggio
Pasqua di Resurr.	2 Aprile	1ª Dom. dell'Avv.	3 Dicembre

Coordinate dell'Osservatorio astronomico di Torino a Pino Torinese

(Padiglione del I verticale)

Longitudine ....λ = $0^h31^m05^s,95$ Est (da Greenwich)

Latitudine ....φ = $45^o02'16'',3$ Nord

Quota ....q = 616 m sul livello del mare

Calendario ed effemeridi del sole e della luna

Le ore indicate nel presente annuario sono in Tempo Medio dell'Europa Centrale (T. M. E. C.). Nel periodo di applicazione dell'ora legale, si aggiunga un'ora ai tempi segnati.

Nota - I dati del sorgere e tramontare del sole e della luna sono calcolati per l'Osservatorio di Pino Torinese. Per ottenere, con sufficiente approssimazione, gli analoghi dati relativamente ai capoluoghi di provincia del Piemonte e della Val d'Aosta, si applichi la correzione Δ, riportata nell'ultima colonna della seguente tabella, arrotondando al minuto intero. Per avere l'istante della culminazione del sole, occorre invece applicare il valore esatto della correzione stessa.

TABELLA

Capoluogo	Latitudine φ	Longitudine λ	Correzione Δ
Torino (Pal. Madama)	45°04′14″N	$0^h30^m44^s$E	$+0^m22^s$
Alessandria	44 51 51	0 34 27	—3 21
Aosta	45 44 15	0 29 16	+1 50
Asti	44 54 01	0 32 49	—1 43
Cuneo	44 23 33	0 30 12	+0 54
Novara	45 26 54	0 34 28	—3 22
Vercelli	45 19 46	0 33 41	—2 35

GENNAIO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	S	317.5	8h08m	12h32m09s.5	16h57m	17h39m	8h45m
2	D	318.5	8 08	12 32 37 .8	16 58	18 54	9 21
3	L	319.5	8 08	12 33 05 .8	16 59	20 06	9 49
4	M	320.5	8 08	12 33 33 .4	17 00	21 15	10 12
5	M	321.5	8 08	12 34 00 .7	17 01	22 21	10 32
6	G	322.5	8 07	12 34 27 .5	17 02	23 25	10 50
7	V	323.5	8 07	12 34 54 .0	17 03	—	11 08
8	S	324.5	8 07	12 35 19 .9	17 04	0 28	11 26
9	D	325.5	8 07	12 35 45 .4	17 05	1 32	11 47
10	L	326.5	8 07	12 36 10 .4	17 06	2 36	12 11
11	M	327.5	8 06	12 36 34 .8	17 07	3 41	12 40
12	M	328.5	8 06	12 36 58 .7	17 08	4 46	13 17
13	G	329.5	8 05	12 37 22 .0	17 10	5 48	14 03
14	V	330.5	8 05	12 37 44 .7	17 11	6 43	15 00
15	S	331.5	8 04	12 38 06 .7	17 12	7 31	16 06
16	D	332.5	8 04	12 38 28 .1	17 13	8 10	17 19
17	L	333.5	8 03	12 38 48 .8	17 15	8 42	18 35
18	M	334.5	8 03	12 39 08 .8	17 16	9 08	19 51
19	M	335.5	8 02	12 39 28 .1	17 17	9 31	21 07
20	G	336.5	8 01	12 39 46 .6	17 18	9 53	22 23
21	V	337.5	8 01	12 40 04 .4	17 20	10 14	23 39
22	S	338.5	8 00	12 40 21 .4	17 21	10 37	—
23	D	339.5	7 59	12 40 37 .6	17 23	11 04	0 57
24	L	340.5	7 58	12 40 53 .1	17 24	11 36	2 16
25	M	341.5	7 57	12 41 07 .7	17 25	12 17	3 33
26	M	342.5	7 56	12 41 21 .5	17 27	13 08	4 45
27	G	343.5	7 55	12 41 34 .5	17 28	14 09	5 48
28	V	344.5	7 54	12 41 46 .6	17 29	15 19	6 39
29	S	345.5	7 53	12 41 58 .0	17 31	16 32	7 19
30	D	346.5	7 52	12 42 08 .5	17 32	17 45	7 50
31	L	347.5	7 51	12 42 18 .2	17 34	18 56	8 14

Fasi lunari { **U. Q.** l'8 a 14h31m — **L. N.** il 16 a 11h52m
P. Q. il 23 a 10h29m — **L. P.** il 30 a 11h58m

Terra al perielio il 3 Gennaio.
Luna apogea il 9 a 05h; perigea il 22 a 06h.
Il crepuscolo civile dura circa 33m per tutto il mese.

FEBBRAIO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	M	348.5	7^h50^m	$12^h42^m27^s.1$	17^h35^m	20^h04^m	8^h35^m
2	M	349.5	7 49	12 42 35 .2	17 37	21 09	8 54
3	G	350.5	7 48	12 42 42 .5	17 38	22 13	9 12
4	V	351.5	7 46	12 42 49 .0	17 39	23 17	9 30
5	S	352.5	7 45	12 42 54 .7	17 41	—	9 50
6	D	353.5	7 44	12 42 59 .5	17 42	0 21	10 12
7	L	354.5	7 43	12 43 03 .6	17 44	1 26	10 39
8	M	355.5	7 41	12 43 06 .9	17 45	2 30	11 12
9	M	356.5	7 40	12 43 09 .5	17 47	3 33	11 57
10	G	357.5	7 39	12 43 11 .2	17 48	4 31	12 44
11	V	358.5	7 37	12 43 12 .2	17 49	5 22	13 46
12	S	359.5	7 36	12 43 12 .4	17 51	6 04	14 56
13	D	360.5	7 34	12 43 11 .9	17 52	6 39	16 11
14	L	361.5	7 33	12 43 10 .6	17 54	7 09	17 28
15	M	362.5	7 31	12 43 08 .6	17 55	7 34	18 46
16	M	363.5	7 30	12 43 05 .9	17 56	7 57	20 05
17	G	364.5	7 28	12 43 02 .4	17 58	8 19	21 23
18	V	365.5	7 27	12 42 58 .2	17 59	8 42	22 43
19	S	366.5	7 25	12 42 53 .3	18 01	9 08	—
20	D	367.5	7 23	12 42 47 .7	18 02	9 39	0 04
21	L	368.5	7 22	12 42 41 .4	18 04	10 17	1 23
22	M	369.5	7 20	12 42 34 .4	18 05	11 04	2 37
23	M	370.5	7 19	12 42 26 .8	18 06	12 02	3 42
24	G	371.5	7 17	12 42 18 .5	18 08	13 08	4 36
25	V	372.5	7 15	12 42 09 .6	18 09	14 19	5 18
26	S	373.5	7 14	12 42 00 .3	18 10	15 31	5 31
27	D	374.5	7 12	12 41 50 .1	18 12	16 41	6 18
28	L	375.5	7 10	12 41 39 .5	18 13	17 49	6 40
29	M	376.5	7 08	12 41 28 .3	18 15	18 55	6 59

Fasi lunari { **U. Q.** il 7 a 12^h11^m — **L. N.** il 16 a 01^h11^m
P. Q. il 21 a 18^h20^m — **L. P.** il 29 a 04^h12^m

Luna apogea il 6 a 01^h; perigea il 17 a 20^h.
Il crepuscolo civile dura circa 32^m all'inizio e 30^m alla fine del mese.

MARZO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	M	377.5	7h07m	12h41m16s.7	18h16m	19h59m	7h18m
2	G	378.5	7 05	12 41 04 .5	18 17	21 03	7 36
3	V	379.5	7 03	12 40 51 .8	18 19	22 08	7 55
4	S	380.5	7 01	12 40 38 .7	18 20	23 12	8 16
5	D	381.5	6 59	12 40 25 .2	18 21	—	8 41
6	L	382.5	6 58	12 40 11 .2	18 23	0 16	9 11
7	M	383.5	6 56	12 39 56 .9	18 24	1 19	9 48
8	M	384.5	6 54	12 39 42 .2	18 25	2 18	10 34
9	G	385.5	6 52	12 39 27 .1	18 27	3 11	11 30
10	V	386.5	6 50	12 39 11 .7	18 28	3 57	12 34
11	S	387.5	6 49	12 38 56 .0	18 29	4 35	13 46
12	D	388.5	6 47	12 38 40 .0	18 31	5 06	15 01
13	L	389.5	6 45	12 38 23 .7	18 32	5 33	16 18
14	M	390.5	6 43	12 38 07 .2	18 33	5 57	17 37
15	M	391.5	6 41	12 37 50 .4	18 34	6 20	18 57
16	G	392.5	6 39	12 37 33 .4	18 36	6 43	20 18
17	V	393.5	6 37	12 37 16 .2	18 37	7 09	21 41
18	S	394.5	6 35	12 36 58 .8	18 38	7 39	23 04
19	D	395.5	6 34	12 36 41 .2	18 40	8 15	—
20	L	396.5	6 32	12 36 23 .4	18 41	9 01	0 24
21	M	397.5	6 30	12 36 05 .5	18 42	9 57	1 34
22	M	398.5	6 28	12 35 47 .5	18 44	11 01	2 32
23	G	399.5	6 26	12 35 29 .4	18 45	12 11	3 18
24	V	400.5	6 24	12 35 11 .2	18 46	13 22	3 54
25	S	401.5	6 22	12 34 53 .0	18 47	14 32	4 22
26	D	402.5	6 20	12 34 34 .7	18 49	15 40	4 45
27	L	403.5	6 19	12 34 16 .4	18 50	16 45	5 05
28	M	404.5	6 17	12 33 58 .1	18 51	17 49	5 24
29	M	405.5	6 15	12 33 39 .8	18 52	18 53	5 42
30	G	406.5	6 13	12 33 21 .6	18 54	19 57	6 01
31	V	407.5	6 11	12 33 03 .5	18 55	21 01	6 21

Fasi lunari: **U. Q.** l'8 a 08h05m — **L. N.** il 15 a 12h35m — **P. Q.** il 22 a 03h12m — **L. P.** il 29 a 21h05m

Luna apogea il 4 a 20h; perigea il 16 a 22h.
Il sole entra nel segno dell'Ariete il 20 a 13h22m (inizio della primavera).
Il crepuscolo civile dura 30m all'inizio e 32m alla fine del mese.

APRILE

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	S	408.5	6h09m	12h32m45s.5	18h56m	22h05m	6h45m
2	D	409.5	6 07	12 32 27 .6	18 58	23 08	7 13
3	L	410.5	6 05	12 32 09 .8	18 59	—	7 47
4	M	411.5	6 04	12 31 52 .2	19 00	0 09	8 30
5	M	412.5	6 02	12 31 34 .8	19 01	1 03	9 21
6	G	413.5	6 00	12 31 17 .6	19 03	1 50	10 21
7	V	414.5	5 58	12 31 00 .6	19 04	2 30	11 28
8	S	415.5	5 56	12 30 43 .9	19 05	3 03	12 39
9	D	416.5	5 55	12 30 27 .4	19 06	3 31	13 53
10	L	417.5	5 53	12 30 11 .2	19 08	3 56	15 09
11	M	418.5	5 51	12 29 55 .3	19 09	4 19	16 27
12	M	419.5	5 49	12 29 39 .7	19 10	4 42	17 47
13	G	420.5	5 47	12 29 24 .4	19 11	5 07	19 10
14	V	421.5	5 46	12 29 09 .5	19 13	5 35	20 35
15	S	422.5	5 44	12 28 54 .9	19 14	6 09	21 58
16	D	423.5	5 42	12 28 40 .6	19 15	6 52	23 16
17	L	424.5	5 40	12 28 26 .7	19 17	7 46	—
18	M	425.5	5 39	12 28 13 .2	19 18	8 50	0 22
19	M	426.5	5 37	12 28 00 .0	19 19	10 00	1 14
20	G	427.5	5 35	12 27 47 .3	19 20	11 13	1 54
21	V	428.5	5 34	12 27 34 .9	19 22	12 24	2 25
22	S	429.5	5 32	12 27 23 .0	19 23	13 32	2 50
23	D	430.5	5 30	12 27 11 .6	19 24	14 38	3 11
24	L	431.5	5 29	12 27 00 .5	19 25	15 42	3 30
25	M	432.5	5 27	12 26 50 .0	19 27	16 45	3 48
26	M	433.5	5 25	12 26 39 .9	19 28	17 48	4 07
27	G	434.5	5 24	12 26 30 .3	19 29	18 52	4 27
28	V	435.5	5 22	12 26 21 .2	19 30	19 56	4 49
29	S	436.5	5 21	12 26 12 .6	19 32	21 00	5 16
30	D	437.5	5 19	12 26 04 .5	19 33	22 01	5 49

Fasi lunari { **U. Q.** il 7 a 00h44m — **L. N.** il 13 a 21h31m
P. Q. il 20 a 13h45m — **L. P.** il 28 a 13h44m

Luna apogea l'1 a 08h e il 28 a 11h; perigea il 14 a 07h.
Il crepuscolo civile dura circa 32m all'inizio e 34m alla fine del mese.

MAGGIO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	L	438.5	5h18m	12h25m57s.0	19h34m	22h57m	6h29m
2	M	439.5	5 16	12 25 50 .0	19 35	23 47	7 17
3	M	440.5	5 15	12 25 43 .6	19 37	—	8 14
4	G	441.5	5 13	12 25 37 .8	19 38	0 28	9 18
5	V	442.5	5 12	12 25 32 .5	19 39	1 03	10 26
6	S	443.5	5 11	12 25 27 .8	19 40	1 32	11 37
7	D	444.5	5 09	12 25 23 .7	19 41	1 57	12 49
8	L	445.5	5 08	12 25 20 .1	19 43	2 20	14 03
9	M	446.5	5 07	12 25 17 .2	19 44	2 42	15 20
10	M	447.5	5 05	12 25 14 .9	19 45	3 05	16 39
11	G	448.5	5 04	12 25 13 .1	19 46	3 31	18 02
12	V	449.5	5 03	12 25 11 .9	19 47	4 02	19 26
13	S	450.5	5 02	12 25 11 .4	19 49	4 41	20 48
14	D	451.5	5 01	12 25 11 .3	19 50	5 30	22 02
15	L	452.5	4 59	12 25 11 .9	19 51	6 31	23 02
16	M	453.5	4 58	12 25 13 .0	19 52	7 41	23 49
17	M	454.5	4 57	12 25 14 .6	19 53	8 56	—
18	G	455.5	4 56	12 25 16 .8	19 54	10 10	0 24
19	V	456.5	4 55	12 25 19 .5	19 55	11 21	0 52
20	S	457.5	4 54	12 25 22 .7	19 56	12 29	1 15
21	D	458.5	4 53	12 25 26 .4	19 58	13 34	1 35
22	L	459.5	4 52	12 25 30 .8	19 59	14 38	1 54
23	M	460.5	4 51	12 25 35 .6	20 00	15 41	2 12
24	M	461.5	4 51	12 25 40 .8	20 01	16 44	2 32
25	G	462.5	4 50	12 25 46 .6	20 02	17 48	2 54
26	V	463.5	4 49	12 25 52 .9	20 03	18 52	3 19
27	S	464.5	4 48	12 25 59 .6	20 04	19 54	3 50
28	D	465.5	4 47	12 26 06 .8	20 05	20 52	4 28
29	L	466.5	4 47	12 26 14 .4	20 06	21 44	5 14
30	M	467.5	4 46	12 26 22 .5	20 06	22 28	6 09
31	M	468.5	4 46	12 26 31 .0	20 07	23 04	7 11

Fasi lunari { **U. Q.** il 6 a 13h26m **L. N.** il 13 a 05h08m
P. Q. il 20 a 02h16m **L. P.** il 28 a 05h28m

Luna apogea il 25 a 16h; perigea il 12 a 18h.
Il crepuscolo civile dura circa 34m all'inizio e 37m alla fine del mese.

GIUGNO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	G	469.5	4h45m	12h26m40s.0	20h08m	23h34m	8h18m
2	V	470.5	4 44	12 26 49 .3	20 09	—	9 27
3	S	471.5	4 44	12 26 59 .0	20 10	0 01	10 38
4	D	472.5	4 44	12 27 09 .1	20 11	0 23	11 50
5	L	473.5	4 43	12 27 19 .6	20 11	0 45	13 03
6	M	474.5	4 43	12 27 30 .4	20 12	1 07	14 18
7	M	475.5	4 42	12 27 41 .6	20 13	1 31	15 36
8	G	476.5	4 42	12 27 53 .0	20 13	1 58	16 58
9	V	477.5	4 42	12 28 05 .3	20 14	2 32	18 20
10	S	478.5	4 42	12 28 16 .7	20 15	3 15	19 37
11	D	479.5	4 41	12 28 28 .9	20 15	4 10	20 45
12	L	480.5	4 41	12 28 41 .3	20 16	5 17	21 38
13	M	481.5	4 41	12 28 53 .9	20 16	6 31	22 20
14	M	482.5	4 41	12 29 06 .6	20 17	7 48	22 51
15	G	483.5	4 41	12 29 19 .4	20 17	9 03	23 17
16	V	484.5	4 41	12 29 32 .3	20 18	10 14	23 38
17	S	485.5	4 41	12 29 45 .3	20 18	11 22	23 58
18	D	486.5	4 41	12 29 58 .3	20 18	12 27	—
19	L	487.5	4 41	12 30 11 .4	20 19	13 31	0 17
20	M	488.5	4 42	12 30 24 .4	20 19	14 34	0 36
21	M	489.5	4 42	12 30 37 .4	20 19	15 38	0 57
22	G	490.5	4 42	12 30 50 .3	20 19	16 42	1 21
23	V	491.5	4 42	12 31 03 .2	20 19	17 45	1 50
24	S	492.5	4 43	12 31 16 .0	20 20	18 45	2 25
25	D	493.5	4 43	12 31 28 .7	20 20	19 39	3 09
26	L	494.5	4 43	12 31 41 .2	20 20	20 26	4 01
27	M	495.5	4 44	12 31 53 .6	20 20	21 05	5 02
28	M	496.5	4 44	12 32 05 .8	20 20	21 38	6 09
29	G	497.5	4 45	12 32 17 .8	20 20	22 05	7 19
30	V	498.5	4 45	12 32 29 .6	20 19	22 28	8 30

Fasi lunari { **U. Q.** il 4 a 22h22m — **L. N.** l'11 a 12h30m
P. Q. il 18 a 16h41m — **L. P.** il 26 a 19h46m

Luna apogea il 22 a 04h; perigea l'11 a 01h.
Il sole entra nel segno del Cancro il 21 a 08h06m (inizio dell'estate).
Il crepuscolo civile dura circa 37m all'inizio e 36m alla fine del mese.

LUGLIO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	S	499.5	4ʰ46ᵐ	12ʰ32ᵐ41ˢ.2	20ʰ19ᵐ	22ʰ50ᵐ	9ʰ41ᵐ
2	**D**	500.5	4 46	12 32 52 .5	20 19	23 11	10 53
3	L	501.5	4 47	12 33 03 .6	20 19	23 34	12 06
4	M	502.5	4 48	12 33 14 .4	20 19	23 59	13 21
5	M	503.5	4 48	12 33 24 .9	20 18	—	14 39
6	G	504.5	4 49	12 33 35 .0	20 18	0 29	15 59
7	V	505.5	4 50	12 33 44 .8	20 18	1 07	17 16
8	S	506.5	4 50	12 33 54 .3	20 17	1 55	18 27
9	**D**	507.5	4 51	12 34 03 .3	20 17	2 56	19 26
10	L	508.5	4 52	12 34 12 .0	20 16	4 06	20 13
11	M	509.5	4 53	12 34 20 .2	20 16	5 22	20 48
12	M	510.5	4 54	12 34 28 .0	20 15	6 39	21 17
13	G	511.5	4 55	12 34 35 .3	20 14	7 53	21 40
14	V	512.5	4 55	12 34 42 .0	20 14	9 04	22 01
15	S	513.5	4 56	12 34 48 .3	20 13	10 11	22 20
16	**D**	514.5	4 57	12 34 54 .1	20 12	11 17	22 40
17	L	515.5	4 58	12 34 59 .3	20 12	12 22	23 00
18	M	516.5	4 59	12 35 04 .0	20 11	13 26	23 23
19	M	517.5	5 00	12 35 08 .1	20 10	14 30	23 50
20	G	518.5	5 01	12 35 11 .7	20 09	15 33	—
21	V	519.5	5 02	12 35 14 .6	20 08	16 35	0 23
22	S	520.5	5 03	12 35 17 .0	20 07	17 31	1 03
23	**D**	521.5	5 04	12 35 18 .8	20 06	18 21	1 52
24	L	522.5	5 05	12 35 20 .1	20 05	19 04	2 50
25	M	523.5	5 06	12 35 20 .7	20 04	19 39	3 55
26	M	524.5	5 07	12 35 20 .7	20 03	20 08	5 05
27	G	525.5	5 09	12 35 20 .1	20 02	20 33	6 17
28	V	526.5	5 10	12 35 18 .9	20 01	20 56	7 30
29	S	527.5	5 11	12 35 17 .2	20 00	21 17	8 43
30	**D**	528.5	5 12	12 35 14 .8	19 59	21 40	9 56
31	L	529.5	5 13	12 35 11 .9	19 57	22 04	11 11

Fasi lunari { **U. Q.** il 4 a 04ʰ25ᵐ **L. N.** il 10 a 20ʰ39ᵐ
P. Q. il 18 a 08ʰ46ᵐ **L. P.** il 26 a 08ʰ24ᵐ

Terra all'afelio il 5 Luglio.
Luna apogea il 19 a 21ʰ; perigea l'8 a 00ʰ.
Il crepuscolo civile dura circa 36ᵐ all'inizio e 34ᵐ alla fine del mese.

AGOSTO

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	M	530.5	5h14m	12h35m08s.3	19h56m	22h32m	12h28m
2	M	531.5	5 15	12 35 04 .2	19 55	23 06	13 46
3	G	532.5	5 16	12 34 59 .5	19 53	23 49	15 03
4	V	533.5	5 18	12 34 54 .2	19 52	—	16 15
5	S	534.5	5 19	12 34 48 .3	19 51	0 44	17 17
6	**D**	535.5	5 20	12 34 41 .9	19 49	1 49	18 07
7	L	536.5	5 21	12 34 34 .8	19 48	3 02	18 46
8	M	537.5	5 22	12 34 27 .2	19 47	4 17	19 17
9	M	538.5	5 23	12 34 19 .0	19 45	5 32	19 42
10	G	539.5	5 25	12 34 10 .2	19 44	6 44	20 04
11	V	540.5	5 26	12 34 00 .9	19 42	7 53	20 24
12	S	541.5	5 27	12 33 50 .9	19 41	9 01	20 44
13	**D**	542.5	5 28	12 33 40 .5	19 39	10 06	21 04
14	L	543.5	5 29	12 33 29 .4	19 38	11 11	21 26
15	M	544.5	5 31	12 33 17 .8	19 36	12 16	21 51
16	M	545.5	5 32	12 33 05 .6	19 34	13 20	22 21
17	G	546.5	5 33	12 32 53 .0	19 33	14 22	22 58
18	V	547.5	5 34	12 32 39 .7	19 31	15 20	23 43
19	S	548.5	5 35	12 32 26 .0	19 29	16 13	—
20	**D**	549.5	5 37	12 32 11 .8	19 28	16 58	0 37
21	L	550.5	5 38	12 31 57 .1	19 26	17 36	1 39
22	M	551.5	5 39	12 31 42 .0	19 24	18 08	2 47
23	M	552.5	5 40	12 31 26 .3	19 23	18 35	3 58
24	G	553.5	5 41	12 31 10 .3	19 21	18 59	5 12
25	V	554.5	5 43	12 30 53 .8	19 19	19 22	6 26
26	S	555.5	5 44	12 30 36 .9	19 17	19 44	7 41
27	**D**	556.5	5 45	12 30 19 .7	19 16	20 08	8 57
28	L	557.5	5 46	12 30 02 .0	19 14	20 36	10 15
29	M	558.5	5 47	12 29 44 .1	19 12	21 08	11 34
30	M	559.5	5 49	12 29 25 .8	19 10	21 49	12 53
31	G	560.5	5 50	12 29 07 .2	19 09	22 39	14 06

Fasi lunari:
- **U. Q.** il 2 a 09h02m
- **P. Q.** il 17 a 02h09m
- **U. Q.** il 31 a 13h48m
- **L. N.** il 9 a 06h26m
- **L. P.** il 24 a 19h22m

Luna apogea il 16 a 16h; perigea il 3 a 16h e il 28 a 21h.
Il crepuscolo civile dura circa 34m all'inizio e 30 m alla fine del mese.

SETTEMBRE

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	V	561.5	5^h51^m	$12^h28^m48^s.3$	19^h07^m	23^h40^m	15^h10^m
2	S	562.5	5 52	12 28 29 .2	19 05	—	16 03
3	**D**	563.5	5 53	12 28 09 .7	19 03	0 49	16 45
4	L	564.5	5 55	12 27 50 .1	19 01	2 03	17 18
5	M	565.5	5 56	12 27 30 .2	18 59	3 16	17 45
6	M	566.5	5 57	12 27 10 .1	18 57	4 28	18 08
7	G	567.5	5 58	12 26 49 .8	18 56	5 38	18 28
8	V	568.5	5 59	12 26 29 .3	18 54	6 45	18 48
9	S	569.5	6 00	12 26 08 .7	18 52	7 51	19 08
10	**D**	570.5	6 02	12 25 47 .9	18 50	8 56	19 30
11	L	571.5	6 03	12 25 27 .0	18 48	10 01	19 54
12	M	572.5	6 04	12 25 05 .9	18 46	11 06	20 22
13	M	573.5	6 05	12 24 44 .7	18 44	12 09	20 56
14	G	574.5	6 06	12 24 23 .5	18 42	13 09	21 37
15	V	575.5	6 08	12 24 02 .2	18 40	14 03	22 26
16	S	576.5	6 09	12 23 40 .8	18 38	14 51	23 24
17	**D**	577.5	6 10	12 23 19 .5	18 37	15 31	—
18	L	578.5	6 11	12 22 58 .1	18 35	16 15	0 28
19	M	579.5	6 12	12 22 36 .7	18 33	16 34	1 37
20	M	580.5	6 14	12 22 15 .4	18 31	17 00	2 49
21	G	581.5	6 15	12 21 54 .1	18 29	17 23	4 02
22	V	582.5	6 16	12 21 32 .9	18 27	17 46	5 18
23	S	583.5	6 17	12 21 11 .8	18 25	18 10	6 35
24	**D**	584.5	6 18	12 20 50 .9	18 23	18 37	7 54
25	L	585.5	6 20	12 20 30 .1	18 21	19 09	9 15
26	M	586.5	6 21	12 20 09 .5	18 19	19 48	10 36
27	M	587.5	6 22	12 19 49 .1	18 17	20 36	11 54
28	G	588.5	6 23	12 19 28 .9	18 16	21 35	13 03
29	V	589.5	6 25	12 19 09 .0	18 14	22 42	14 00
30	S	590.5	6 26	12 18 49 .3	18 12	23 54	14 45

Fasi lunari { **L. N.** il 7 a 18^h28^m — **P. Q.** il 15 a 20^h13^m
L. P. il 23 a 05^h07^m — **U. Q.** il 29 a 20^h16^m

Luna apogea il 13 a 11^h; perigea il 25 a 08^h.
Il sole entra nel segno della Bilancia il 22 a 23^h 33^m (inizio dell'autunno).
Il crepuscolo civile dura circa 30^m all'inizio e 29^m alla fine del mese.

OTTOBRE

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	**D**	591.5	6^h27^m	$12^h18^m30^s.0$	18^h10^m	—	15^h21^m
2	L	592.5	6 28	12 18 10 .9	18 08	1^h07^m	15 49
3	M	593.5	6 30	12 17 52 .2	18 06	2 18	16 13
4	M	594.5	6 31	12 17 33 .9	18 04	3 27	16 34
5	G	595.5	6 32	12 17 15 .9	18 02	4 34	16 54
6	V	596.5	6 33	12 16 58 .3	18 01	5 40	17 13
7	S	597.5	6 35	12 16 41 .1	17 59	6 45	17 34
8	**D**	598.5	6 36	12 16 24 .3	17 57	7 49	17 57
9	L	599.5	6 37	12 16 07 .9	17 55	8 54	18 24
10	M	600.5	6 38	12 15 52 .0	17 53	9 57	18 56
11	M	601.5	6 40	12 15 36 .5	17 51	10 58	19 34
12	G	602.5	6 41	12 15 21 .5	17 50	11 54	20 20
13	V	603.5	6 42	12 15 07 .1	17 48	12 44	21 14
14	S	604.5	6 43	12 14 53 .1	17 46	13 26	22 14
15	**D**	605.5	6 45	12 14 39 .7	17 44	14 02	23 19
16	L	606.5	6 46	12 14 26 .8	17 43	14 32	—
17	M	607.5	6 47	12 14 14 .5	17 41	14 59	0 28
18	M	608.5	6 49	12 14 02 .7	17 39	15 23	1 39
19	G	609.5	6 50	12 13 51 .6	17 38	15 46	2 52
20	V	610.5	6 51	12 13 41 .1	17 36	16 09	4 07
21	S	611.5	6 53	12 13 31 .2	17 34	16 35	5 25
22	**D**	612.5	6 54	12 13 22 .0	17 33	17 05	6 46
23	L	613.5	6 55	12 13 13 .5	17 31	17 41	8 09
24	M	614.5	6 57	12 13 05 .6	17 29	18 27	9 31
25	M	615.5	6 58	12 12 58 .5	17 28	19 24	10 47
26	G	616.5	6 59	12 12 52 .1	17 26	20 30	11 51
27	V	617.5	7 01	12 12 46 .5	17 25	21 43	12 42
28	S	618.5	7 02	12 12 41 .6	17 23	22 57	13 21
29	**D**	619.5	7 04	12 12 37 .5	17 22	—	13 52
30	L	620.5	7 05	12 12 34 .2	17 20	0 10	14 17
31	M	621.5	7 06	12 12 31 .7	17 19	1 20	14 39

Fasi lunari { **L. N.** il 7 a 18^h28^m — **P. Q.** il 15 a 20^h13^m
L. P. il 23 a 05^h07^m — **U. Q.** il 29 a 20^h16^m

Luna apogea l'11 a 04^h; perigea il 23 a 13^h.
Il crepuscolo civile dura circa 29^m all'inizio e 30^m alla fine del mese.

NOVEMBRE

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	M	622.5	7h08m	12h12m30s.0	17h17m	2h27m	14h59m
2	G	623.5	7 09	12 12 29 .2	17 16	3 32	15 19
3	V	624.5	7 10	12 12 29 .1	17 14	4 36	15 39
4	S	625.5	7 12	12 12 29 .9	17 13	5 40	16 02
5	**D**	626.5	7 13	12 12 31 .5	17 12	6 44	16 27
6	L	627.5	7 15	12 12 33 .9	17 10	7 48	16 58
7	M	628.5	7 16	12 12 37 .2	17 09	8 50	17 34
8	M	629.5	7 17	12 12 41 .3	17 08	9 47	18 17
9	G	630.5	7 19	12 12 46 .3	17 07	10 39	19 09
10	V	631.5	7 20	12 12 52 .1	17 06	11 24	20 06
11	S	632.5	7 21	12 12 58 .7	17 04	12 01	21 09
12	**D**	633.5	7 23	12 13 06 .2	17 03	12 32	22 15
13	L	634.5	7 24	12 13 14 .5	17 02	12 59	23 23
14	M	635.5	7 26	12 13 23 .6	17 01	13 23	—
15	M	636.5	7 27	12 13 33 .6	17 00	13 46	0 32
16	G	637.5	7 28	12 13 44 .4	16 59	14 08	1 43
17	V	638.5	7 30	12 13 56 .0	16 58	14 32	2 57
18	S	639.5	7 31	12 14 08 .4	16 57	14 59	4 14
19	**D**	640.5	7 32	12 14 22 .8	16 56	15 32	5 35
20	L	641.5	7 34	12 14 35 .6	16 56	16 13	6 58
21	M	642.5	7 35	12 14 50 .5	16 55	17 05	8 19
22	M	643.5	7 36	12 15 06 .0	16 54	18 09	9 31
23	G	644.5	7 38	12 15 22 .6	16 53	19 23	10 30
24	V	645.5	7 39	12 15 39 .8	16 53	20 40	11 16
25	S	646.5	7 40	12 15 57 .8	16 52	21 56	11 52
26	**D**	647.5	7 41	12 16 16 .6	16 51	23 08	12 20
27	L	648.5	7 43	12 16 36 .1	16 51	—	12 43
28	M	649.5	7 44	12 16 57 .3	16 50	0 18	13 04
29	M	650.5	7 45	12 17 17 .4	16 50	1 24	13 24
30	G	651.5	7 46	12 17 40 .1	16 49	2 29	13 44

Fasi lunari { **L. N.** il 6 a 02h21m — **P. Q.** il 14 a 06h01m
L. P. il 21 a 00h07m — **U. Q.** il 27 a 18h45m

Luna apogea il 7 a 14h; perigea il 22 a 01h.
Il crepuscolo civile dura circa 30m all'inizio e 32m alla fine del mese.

DICEMBRE

Data		G. G. 2441...	SOLE			LUNA	
			sorge	culmina	tramonta	sorge	tramonta
1	V	652.5	7^h47^m	$12^h18^m01^s.5$	16^h49^m	3^h33^m	14^h06^m
2	S	653.5	7 49	12 18 24 .5	16 49	4 37	14 31
3	**D**	654.5	7 50	12 18 48 .2	16 48	5 40	14 59
4	L	655.5	7 51	12 19 12 .4	16 48	6 42	15 34
5	M	656.5	7 52	12 19 37 .3	16 48	7 41	16 15
6	M	657.5	7 53	12 20 02 .6	16 48	8 35	17 04
7	G	658.5	7 54	12 20 28 .5	16 47	9 22	18 00
8	V	659.5	7 55	12 20 54 .9	16 47	10 02	19 02
9	S	660.5	7 56	12 21 21 .7	16 47	10 35	20 07
10	**D**	661.5	7 57	12 21 49 .0	16 47	11 03	21 13
11	L	662.5	7 58	12 22 16 .6	16 47	11 27	22 21
12	M	663.5	7 58	12 22 44 .6	16 47	11 49	23 29
13	M	664.5	7 59	12 23 12 .9	16 48	12 11	—
14	G	665.5	8 00	12 23 41 .6	16 48	12 33	0 39
15	V	666.5	8 01	12 24 10 .4	16 48	12 57	1 58
16	S	667.5	8 02	12 24 40 .5	16 48	13 26	3 08
17	**D**	668.5	8 02	12 25 08 .8	16 48	14 01	4 28
18	L	669.5	8 03	12 25 38 .2	16 49	14 46	5 48
19	M	670.5	8 03	12 26 07 .8	16 49	15 44	7 04
20	M	671.5	8 04	12 26 37 .5	16 50	16 54	8 11
21	G	672.5	8 05	12 27 07 .3	16 50	18 11	9 04
22	V	673.5	8 05	12 27 37 .1	16 51	19 30	9 46
23	S	674.5	8 06	12 28 06 .9	16 51	20 48	10 18
24	**D**	675.5	8 06	12 28 36 .8	16 52	22 01	10 45
25	L	676.5	8 06	12 29 06 .6	16 52	23 11	11 07
26	M	677.5	8 07	12 29 36 .3	16 53	—	11 28
27	M	678.5	8 07	12 30 05 .9	16 54	0 18	11 49
28	G	679.5	8 07	12 30 35 .3	16 54	1 23	12 10
29	V	680.5	8 07	12 31 04 .6	16 55	2 27	12 34
30	S	681.5	8 07	12 31 33 .7	16 56	3 31	13 01
31	**D**	682.5	8 08	12 32 02 .5	16 57	4 34	13 33

Fasi lunari { **L. N.** il 5 a 21^h24^m — **P. Q.** il 13 a 19^h36^m
L. P. il 20 a 10^h45^m — **U. Q.** il 27 a 11^h27^m

Luna apogea il 4 a 15^h e il 31 a 23^h; perigea il 19 a 14^h.
Il sole entra nel segno del Capricorno il 21 a 19^h e 13^m (inizio dell'inverno).
Il crepuscolo civile dura circa 32^m all'inizio e 33^m alla fine del mese.

I pianeti nel 1972

Ripetiamo ancora una volta che l'osservazione dei pianeti interni, e cioè Mercurio e Venere, è condizionata dalla circostanza che essi, prospetticamente, non si allontanano mai molto dal sole. L'angolo geocentrico che li separa dal sole, cioè la loro *elongazione*, raggiunge al massimo i 28° nel caso di Mercurio e i 47° nel caso di Venere. Se il pianeta si trova ad Est del sole, esso sarà visibile di prima sera; se si trova ad Ovest, poco prima dell'alba.

Come al solito, la Tabella I riporta le epoche di massima elongazione Ovest ed Est di *Mercurio*, coi diametri apparenti (in secondi d'arco) e le magnitudini relativi a tali epoche*. Ovviamente il diametro apparente dipende dalla distanza del pianeta rispetto alla Terra, e le sue variazioni sono dovute appunto al variare di tale distanza.

Le condizioni di migliore visibilità si realizzano più o meno alle epoche di massima elongazione, a parte un fattore che dipende dalla maggiore o minore inclinazione fra il piano dell'eclittica, su cui si contano le elongazioni, e l'orizzonte. Prescindendo da queste

TABELLA I

Massime elongazioni di Mercurio

Ovest (mattutino)				Est (serotino)			
Data	Elong.	Diam.	Magn.	Data	Elong.	Diam.	Magn.
Gen 1, a 15h	23°	6″,5	—0m,1	Mar 14, a 11h	18°	7″,3	—0m,1
Apr 28, a 13h	27	7 ,9	+0 ,7	Lug 11, a 0h	26	7 ,9	+0 ,8
Ago 25, a 16h	18	7 ,2	0 ,0	Nov 5, a 11h	23	6 ,5	0 ,0
Dic 14, a 7h	21	6 ,6	—0 ,2				

* Ricordiamo che una stella di magnitudine 0m, 0 produce un illuminamento pari a $2{,}1 \times 10^{-6}$ lux, e che una *differenza* di 1 magnitudine indica un *rapporto* di illuminamento uguale a 2,512 a favore dell'astro di magnitudine numericamente più piccola.

circostanze, le date di maggiore luminosità per Mercurio saranno nel 1972 le seguenti: 25 Febbraio (—1^m,3), 5 Giugno (—1^m,9) e 15 Settembre (—1^m,3).

Venere sarà alla massima elongazione Est (serotina) l'8 Aprile a 01^h, con 46° di separazione angolare dal sole. A quell'epoca il pianeta sarà vicino alla sua massima luminosità, che sarà raggiunta nella prima metà di Maggio (—4^m,2). Dopo essere passata in congiunzione inferiore rispetto al sole il 17 Giugno ed essere riapparsa nel cielo come astro del mattino, Venere raggiungerà il suo massimo splendore una seconda volta verso la fine di Luglio, per giungere alla sua massima elongazione Ovest il 27 Agosto (46°). La differenza di declinazione (e quindi di altezza sull'orizzonte) fra Venere e il sole resterà molto favorevole al pianeta nella prima parte dell'anno, mettendolo in notevole risalto anche per l'osservatore meno attento alle cose del cielo.

Alcuni dati relativi a questo pianeta, per l'inizio di ogni mese, e per il 1° Gennaio 1973, sono riportati — come al solito — nella Tabella II. Nella colonna « Transito » è indicato l'intervallo di tempo che intercorre fra il passaggio al meridiano di Venere e quello del sole. Il segno + corrisponde alla visibilità serotina; il segno — alla visibilità mattutina.

Dopo la grande opposizione del 1971, una delle più favorevoli degli ultimi secoli e la più ravvicinata del secolo presente, alla quale non si è forse dato il consueto rilievo, per il prevalere delle osservazioni spaziali su quelle tradizionali, *Marte* continuerà ad allontanarsi

TABELLA II

Dati per l'osservazione di Venere

Data	Diam.	Magn.	Transito	Data	Diam.	Magn.	Transito
Gen	12".4	—3^m.4	+2^h14^m	Lug	53".2	—3^m.7	—2^h33^m
Feb	14 .8	—3 .5	+2 25	Ago	33 .2	—4 .2	—3 00
Mar	16 .9	—3 .7	+2 37	Set	22 .6	—3 .9	—3 04
Apr	22 .0	—3 .9	+2 54	Ott	17 .3	—3 .7	—2 40
Mag	31 .6	—4 .2	+2 59	Nov	14 .3	—3 .5	—2 18
Giu	51 .1	—3 .9	+1 40	Dic	12 .4	—3 .4	—2 04
				Gen 73	11 .2	—3 .4	—1 44

dalla Terra fino alla fine di Agosto, quando sarà oltre sette volte più lontano da noi di quanto non lo fosse il 12 Agosto 1971. Comincerà poi a riavvicinarsi alla Terra, avviandosi verso la futura opposizione dell'Ottobre 1973 la quale sarà anch'essa un'opposizione favorevole, specialmente per gli osservatori del nostro emisfero, anche se meno ravvicinata di quelle del 1956 e del 1971.

Poco variate le circostanze di osservazione di *Giove*, nei confronti dell'anno precedente. Esso sarà in opposizione rispetto al sole il 24 Giugno ed alla minima distanza dalla Terra due giorni dopo (questo avviene perché il pianeta si va — in quel periodo — avvicinando al sole, mentre la Terra se ne mantiene a distanza pressoché costante, essendo prossima all'afelio della sua orbita). I dati riguardanti l'opposizione dei pianeti esterni e di alcuni fra i principali pianetini, o asteroidi, sono riportati secondo il solito nella Tabella III. Mentre Giove sarà visibile praticamente tutta la notte da Maggio ad Agosto, le migliori condizioni di visibilità di *Saturno* si avranno, oltre che all'inizio dell'anno, anche negli ultimi mesi del 1972, fino all'inizio del 1973. L'opposizione rispetto al sole si avrà infatti il 9 Dicembre e intorno a quella data il pianeta inanellato brillerà nel cielo come una stella di magnitudine $-0^m,3$. A questa luminosità contribuiscono anche gli anelli, i quali saranno quest'anno ancora più « aperti » che nel 1971, a causa dell'angolo molto notevole rispetto all'eclittica. Essi appariranno come un'ellisse di 47″ per 21″, mentre alla stessa epoca il diametro equatoriale di Saturno raggiungerà 20″,7.

Le condizioni di osservabilità di *Urano*, *Nettuno* e *Plutone* non cambieranno rispetto a quelle del 1971, data la lentezza dei loro spostamenti rispetto alle stelle. Così questi tre pianeti saranno tutti osservabili al meglio delle condizioni in primavera, mentre — ricordiamolo ancora una volta — Giove sarà ben visibile in estate e Saturno in inverno.

È interessante notare che, a causa della forte eccentricità della sua orbita (0,25), Plutone si avvia a penetrare entro l'orbita del pianeta a lui interno, e cioè Nettuno. Plutone raggiungerà il perielio il 12 Settembre 1989 e — secondo i calcoli dell'astronomo belga Jean Meeus — resterà più vicino al sole di Nettuno dal 21 Gennaio

TABELLA III

Dati concernenti i pianeti esterni e alcuni pianetini all'epoca dell'opposizione

Pianeta	Data	Distanza minima in u.a.	Magn.	Diametro
Marte	—	1,1964 al 1° Gennaio	+ 0m,5	7″,7
Cerere	Feb 5	1,5902 il 6 Febbraio	6 ,4	—
Giunone	Apr 1	2,0447 il 26 Marzo	9 ,5	—
Vesta	Nov 30	1,5877 il 30 Novembre	6 ,6	—
Giove	Giu 24	4,2197 il 26 Giugno	— 2 ,2	47″,67 × 43″,56
Saturno	Dic 9	8,0465 il 9 Dicembre	— 0 ,3	20 ,71 × 18 ,53
Urano	Apr 6	17,3666 il 7 Aprile	5 ,7	3″,9
Nettuno	Mag 25	29,3040 il 25 Maggio	7 ,7	2″,5
Plutone	Mar 21	30,3134 il 24 Marzo	15 ,0	(0″,28)

Note: Né Marte, né Pallade saranno in opposizione durante il 1972. Per Giove e Saturno sono dati i diametri equatoriali e polari. Il diametro apparente di Plutone è ricavato partendo da un diametro reale di 6400 km, assegnatogli con molte riserve da alcuni autori.

1979 al 14 Marzo 1999. Un po' diverse le condizioni per quel che riguarda la sua distanza dalla Terra, a causa del moto orbitale di quest'ultima. Ci sarà un intervallo di tempo, sempre più lungo a partire dal 1972, durante il quale la distanza di Plutone dalla Terra sarà inferiore a quella di Nettuno. Ciò avverrà per la prima volta dall'11 Gennaio al 5 Febbraio e successivamente dal 20 Dicembre 1972 al 2 Marzo 1973.

Allo stesso astronomo belga dobbiamo anche la curiosa constatazione che l'inverno 1971-72 durerà per la prima volta meno di 89 giorni, e precisamente $88^d23^h58^m$, mentre quello precedente era durato $89^d00^h02^m$. Questo accorciamento è dovuto al lento spostamento verso Est dell'asse maggiore dell'orbita della Terra, per cui l'istante del suo passaggio al perielio si sposta in avanti rispetto al calendario; mentre l'anno tropico è basato sul ritorno del sole al punto d'Ariete, e questo si sposta invece verso Ovest. Poiché in vicinanza del perielio (che si avrà nel 1972 il 3 Gennaio) la Terra corre di più, l'inverno dell'emisfero boreale (che va dalle 13^h24^m del 22 Dicembre alle 13^h22^m del 20 Marzo) trascorre più velocemente dell'estate, la quale dura infatti $93^d15^h27^m$.

Naturalmente questa piccola novità non influirà sensibilmente sulla presente stagione, fermo restando il vantaggio per l'emisfero boreale di un'estate più lunga di quasi 5 giorni rispetto all'inverno.

Eclissi e occultazioni

Durante il 1972 si avranno 4 eclissi, due di sole e due di luna.

Il 16 Gennaio avrà luogo un'*eclisse anulare di sole*, della durata di meno di due minuti, visibile nell'Antartico e — parzialmente — dall'estrema punta dell'America meridionale.

Dopo mezza lunazione; e cioè il 30 Gennaio, si avrà un'*eclisse totale di luna*, visibile dai territori che si affacciano sul Pacifico, e in particolare dall'Asia nord-orientale, dalle coste orientali dell'Australia, dalla Nuova Zelanda e dalle due Americhe, escludendo le regioni atlantiche.

Il 10 Luglio si avrà un'*eclisse totale di sole* della durata massima di 2^m35^s, lungo la striscia di totalità che attraversa la parte settentrionale dell'America e il Labrador, partendo — ad Ovest — dalla penisola di Camciatka e dall'estremità Nord-Est della Siberia.

Finalmente, il 26 Luglio si avrà un'*eclisse parziale di luna*, anche essa visibile nel Pacifico australe, con le terre che vi si affacciano (Nuova Zelanda, Antartico) e nelle due Americhe.

Come si vede, il 1972 non sarà un anno fortunato per gli osservatori europei.

La luna, nel corso dell'anno, continuerà ad occultare più volte *Antares*, la più fulgida stella dello Scorpione. L'occultazione del 1º Maggio (alle 4 del mattino) sarà visibile anche in Italia, un paio d'ore prima che la luna tramonti. Anche quelle del 22 Giugno (a 0^h) e del 14 Settembre (alle 16^h) saranno visibili dall'Italia, ma in condizioni assai più sfavorevoli.

La luna occulterà anche *Venere* (il 17 Aprile), *Marte* (il 15 Marzo e il 13 Giugno), *Mercurio* (il 12 Luglio e l'8 Novembre) e infine *Giove* (il 10 Novembre e l'8 Dicembre). Purtroppo nessuno di questi fenomeni sarà osservabile per noi.

Eclisse totale di luna del 6 Agosto 1971 (*foto* W. Ferreri)

a) 21^h 50^m b) 21^h 55^m
c) 22 00 d) 22 05
e) 22 10 f) 22 15 TMEC

Attività dell'Osservatorio

Come al solito, la presente relazione si riferisce al periodo 1° Novembre 1970 - 31 Ottobre 1971 e si ricollega al rapporto precedente, stampato nell'Annuario 1971.

1. - Personale

Iniziamo ancora una volta queste note con la notizia che il tecnico S. Galliano, assunto nel Maggio 1967 e dimessosi nel Gennaio 1970 è stato finalmente liquidato e l'Osservatorio ha recuperato gli stipendi anticipatigli. Purtroppo, ritardi — si spera dell'ordine di mesi e non di anni — si verificano anche negli altri pagamenti al personale di recente nomina, e così l'Osservatorio si trova scoperto per somme non indifferenti. Non sembra che l'automazione o la centralizzazione dei servizi — tanto decantati nelle speranze di un'amministrazione moderna ed efficiente — servano a ridurre questi ritardi, i quali tendono anzi ad allungarsi, con conseguenze facilmente intuibili quando si pensi che il costo della vita cresce e gli stipendi, anche quando arrivano, restano sempre gli stessi; nè questi son tempi in cui si possa parlare di sacrificio ai pochi giovani che si sentono ancora portati verso una carriera così avara di soddisfazioni materiali.

Mi scusi il lettore questi apprezzamenti non astronomici e la franchezza del linguaggio, e passiamo senz'altro ai movimenti verificatisi nel personale dell'Osservatorio durante il periodo cui si riferisce la presente relazione.

Fra il personale laureato, abbiamo recuperato proprio alla fine

di Ottobre la cooperazione del dott. Sergio VAGHI (aiuto-astronomo incaricato), mentre il dott. Vincenzo ZAPPALÀ (tecnico laureato incaricato) resta ancora in servizio militare di leva. In data 1º Maggio 1971 è stato nominato aiuto-astronomo incaricato il dott. Maurizio BRUNO, mentre il dott. Italo CARÈ, avente la stessa qualifica, ha lasciato il servizio col 15 Luglio 1971. Infine, col 1º Ottobre, ha iniziato la sua collaborazione, con la qualifica di tecnico laureato incaricato, la dott.ssa Margherita BOGGIO.

Nominato il 22 Febbraio 1971 vice-calcolatore in prova, a séguito di concorso, il sig. Mario FERRI è stato trasferito col 1º Ottobre 1971 all'Osservatorio vesuviano di Resìna. Come tecnico coadiutore incaricato è stato assunto col 1º Gennaio 1971 il sig. Giovanni DE SANCTIS.

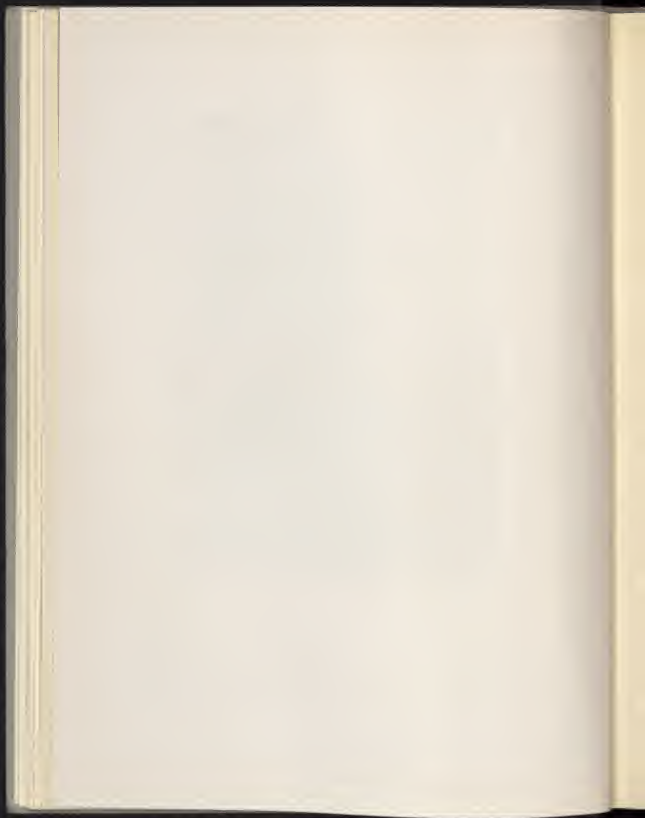
Rimandato per motivi procedurali il concorso per tecnico coadiutore, è stato effettuato nel febbraio 1971 quello per tecnico esecutivo, vinto dai signori Enzo ANDERLUCCI e Mara MARINI, già incaricati delle stesse mansioni presso questo Osservatorio. Purtroppo il sig. Anderlucci ha dovuto successivamente (17 Agosto 1971) sospendere il servizio, anch'egli per adempiere gli obblighi di leva.

Il custode Francesco CRAPANZANO è stato assunto in ruolo col 1º Agosto 1970, mentre il sig. G. DI BENEDETTO ha lasciato il servizio.

Fra i collaboratori esterni, da citare anche quest'anno la dott.ssa Maria Angela VOGLIOTTI, la quale coopera alla ricerca (pianetini) nonché alla guida di studenti per tesi di laurea; la sig.na Vanna BOGGIONE, la quale tiene cura dell'amministrazione e della segreteria, e infine la sig.na Lidia BACCHELLI, addetta precipuamente alla misura delle lastre.

2. - Riassetto edilizio e attrezzature

È terminata, ad opera della Ditta Gonnet, la costruzione di un basso fabbricato, costituito da un ampio vano ad uso di officina e da sei boxes. Vi sono state trasferite le attrezzature dell'officina, finora installate in uno degli appartamenti della palazzina piccola, che ora si sta riadattando per uso di abitazione del personale. Saranno così 6 le famiglie che potranno alloggiare presso l'Osservatorio.

Fig. 1 - Cupola del rifrattore foto-visuale « Morais-Merz » (sopraelevata)

La Ditta Gonnet ha anche terminato i lavori per la sopraelevazione della cupola grande, effettuati a cura del Provveditorato alle Opere Pubbliche e del Genio Civile. Vi è stato installato il nuovo rifrattore doppio, avente come obiettivo fotografico quello a tre lenti costruito dalle Officine Galileo di Firenze su progetto ottico del prof. ing. Cesare Morais (apertura 380 mm, distanza focale 6,85 m) e come cannocchiale visuale il vecchio obiettivo Merz (apertura 300 mm, distanza focale 4,5 m). Purtroppo la montatura, preparata dalla Ditta D. Marchiori di Roma e consegnata alla fine di Luglio, mancava — al suo arrivo — di parti essenziali, come l'impianto elettrico per il puntamento e la guida del telescopio, il dispositivo di lettura delle coordinate della zona del cielo puntata. Mancavano inoltre gli chassis e il cercatore. Questi inconvenienti hanno ritardato l'inizio delle necessarie prove di collaudo, di cui si dirà più avanti. È prevista l'applicazione a questo strumento di un analizzatore di immagini (*Area Scanner*), del tipo ideato dal prof. Karl Rakos dell'Osservatorio di Vienna, per la misura della separazione angolare e della differenza di magnitudine di stelle doppie visuali. Tale importante accessorio è stato già commissionato alla Ditta Anton Paar, di Graz (Austria). È prevista anche l'applicazione di un sistema ottico, il quale correggerà l'obiettivo fotografico per le radiazioni cui è sensibile l'occhio, ai fini di eventuali osservazioni visuali (pianeti) rese ancor più promettenti dall'ottima qualità delle immagini spesso riscontrata a Pino. Il progetto di tale sistema ottico ausiliario è stato affidato al prof. ing. Morais.

La Ditta Masoero di Torino ha terminato i lavori di sopraelevazione della cupola piccola, e si sta provvedendo ad installarvi il nuovo riflettore parabolico Marcon, con la montatura Cavignato che già era del rifrattore Merz, opportunamente adattata. Si era pensato di collocare questo strumento (destinato alla fotometria di stelle variabili) a Saint Barthélemy in Val d'Aosta, affinché servisse anche come strumento pilota per la valutazione di tale località ai fini della installazione del grande telescopio dell'Osservatorio Astronomico Nazionale. La commissione « ad hoc » ha però deciso di rivolgere altrove le sue indagini, e pertanto l'idea di creare una succursale è stata temporaneamente accantonata.

È stata praticamente conclusa la revisione dello strumento dei passaggi Bamberg N. 15000. Si è ritenuto opportuno di ritornare al vecchio obiettivo di 100 mm di apertura e 1 m di focale, dopo di che – con altre migliorie suggerite di volta in volta dall'esperienza – lo strumento ha dato risultati assai pregevoli, di cui si dirà più avanti.

È stato smantellato e ricostruito il padiglione ov'era installato molti anni addietro un altro strumento dei passaggi, dato poi in prestito all'Osservatorio di Napoli e successivamente restituito. Tuttavia, le condizioni dell'edificio non ne permettevano la installazione, dato che i muri non avrebbero sopportato le sollecitazioni del tetto sovrastante, quando fosse stato aperto per effettuare le osservazioni. La Ditta Masoero ha provveduto pertanto a rifare i muri perimetrali e il pavimento, mentre è stata anche effettuata una radicale revisione del tetto. Quando sarà in funzione questo secondo strumento dei passaggi, si potranno iniziare altri esperimenti sul primo, per renderlo automatico.

La Società R.E.O.S.C. di Ballainvilliers (Parigi) ha intanto terminato la lavorazione dei due dischi di quarzo fuso della Corning, a coefficiente di dilatazione termica praticamente nullo (U.L.E. = = Ultra Low Expansion), ricavando dal primo di essi uno specchio parabolico con 9942 mm di focale e 1040 mm di apertura utile, e dal secondo uno specchio piano di 585 mm di apertura. Questi specchi sono destinati al telescopio astrometrico, di cui si è parlato nella relazione precedente.

Vista l'impossibilità pratica di trovare in Italia un'industria che accettasse, con le necessarie garanzie, di costruire le parti meccaniche di questo telescopio, e visti anche i vantaggi provenienti dal fatto che una stessa Ditta fosse responsabile di tutta la lavorazione, è stato deciso di affidare alla R.E.O.S.C. anche la fornitura delle parti meccaniche del telescopio astrometrico. La stessa Ditta, sia detto per inciso, ha attualmente in costruzione non soltanto un telescopio di 1,5 m di apertura per l'Osservatorio di Bologna, ma anche il telescopio di 3,6 m di apertura per l'*European Southern Observatory*.

Dopo ampie e approfondite valutazioni, è stato deciso di installare il telescopio astrometrico nell'estremità Ovest del terreno dell'Osservatorio, senza dover affrontare il disagio e la spesa di appron-

Fig. 2 - Rifrattore foto-visuale « Morais - Merz »

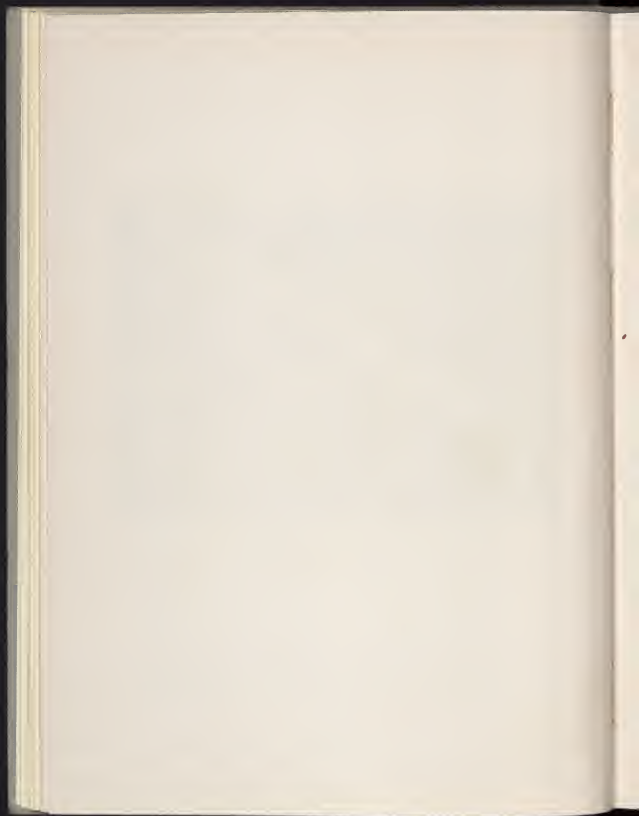



Fig. 3 - Cupola del riflettore « Marcon » (sopraelevata)

tare una nuova sede per esso. Le luci di Pino non dovrebbero disturbare il genere di lavoro (astrometrico) che ci proponiamo di svolgere con tale telescopio; quelle — ben più lontane — di Torino non dànno noia, specialmente nei mesi invernali (che sono i migliori), a causa dello smog che soffoca ogni luce della città. Un progetto di massima per la cupola destinata ad ospitare questo telescopio è stato redatto dall'ing. Sergio Rogna. Sono in corso le pratiche per assegnare l'appalto dei lavori, in concordanza con le norme vigenti in materia.

Ci piace di terminare questa relazione segnalando ancora una volta la preziosa e disinteressata cooperazione che il dott. Filiberto Papi, vice-provveditore alle Opere Pubbliche, ha continuato ad elargire a questo Osservatorio, che qui desidera esprimergli la sua gratitudine.

Vogliamo anche ricordare i nomi di amici e colleghi che ci sono stati generosi di aiuti tecnici e di consigli: l'ing. Edoardo Rava, titolare della « Elettrorava » di Savonera e appassionato cultore dell'Astronomia, la cui cooperazione per il ripristino del Bamberg, e in molte altre occasioni, è stata determinante; i professori Claudio Egidi e Sigfrido Leschiutta dell'Istituto Galileo Ferraris e i colleghi di Facoltà Modesto Zeuli e Dionigi Galletto, i quali si sono adoperati il primo per rivedere la monografia di Rossati e Scaltriti sui fluidi in rotazione, il secondo per l'esame di una nota del prof. Vittorio Banfi sull'origine degli anelli di Saturno, inviata poi alle Memorie della Società Astronomica Italiana per la pubblicazione.

Un nostro cordiale ringraziamento giunga anche al prof. Vasco Ronchi, direttore dell'Istituto Nazionale di Ottica in Firenze, per i consigli che ci ha dato in molte occasioni, con la competenza e l'esperienza a tutti note.

3. - Attività scientifica e didattica

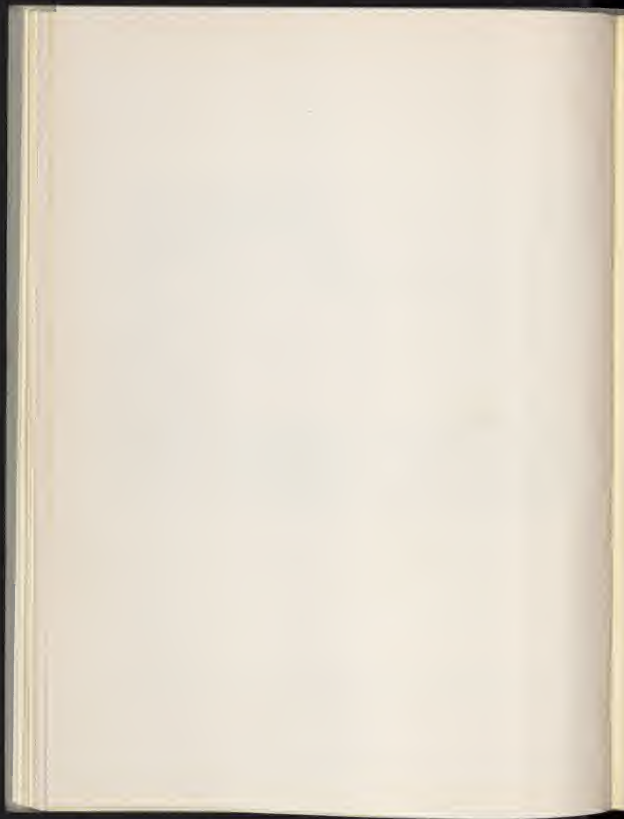
Il lasso di tempo di cui si occupa la presente relazione ha rappresentato veramente una fase cruciale nella storia di questo Osservatorio. Smantellato il Merz per i lavori nella cupola grande; inagibile il riflettore fotometrico Marcon in attesa della sopraelevazione della cupola piccola; si poteva contare soltanto sull'astrografo Zeiss,

impegnato nella determinazione fotografica delle posizioni dei pianetini, e sul felice avvio del lavoro sistematico con lo strumento dei passaggi Bamberg. La produzione scientifica dell'Osservatorio non poteva non risentire di tale situazione, aggravata dall'impegno che il prof. Natale MISSANA ha dedicato al suo primo corso di « Calcolo delle probabilità e statistica » presso la facoltà di Scienze dell'Università di Torino. Egli ha tuttavia diretto i lavori per il servizio del tempo ed effettuato parte delle osservazioni, valendosi della cooperazione del dott. Giuseppe COCITO per la messa a punto dello strumento e del sig. Carlo MORANZINO, calcolatore, per le osservazioni e la loro riduzione. Di un impiego del calcolatore elettronico per tali riduzioni si occupa la dott.ssa Guglielma FRANCESE, grazie alle indicazioni cortesemente fornite dal prof. Giuseppe CAPRIOLI dell'Osservatorio di Roma. Una nota che riferisce sui primi risultati di questa attività, la quale si svilupperà in cooperazione con l'Istituto « Galileo Ferraris » per quanto concerne il confronto del tempo rotazionale con quello fisico, è in corso di stampa sulle Memorie della Società Astronomica Italiana.

Sono continuate le osservazioni di pianetini, con l'astrografo Zeiss (ZANONER, FERRERI) e sono state ridotte le lastre prese durante il 1969 (VOGLIOTTI, ZAPPALÀ), mentre si sta procedendo attivamente alla riduzione delle osservazioni effettuate nel 1970. La nota relativa alle osservazioni del 1969 è in corso di stampa, sempre sulle Memorie della S.A.I.

È stata osservata (ANDERLUCCI, DI BATTISTA) l'eclisse parziale di sole del 25 Febbraio 1971 e sono stati pubblicati i risultati per quanto concerne gli istanti dell'inizio, della fine e della fase massima del fenomeno, dedotti col metodo delle corde (FRACASTORO, FRANCESE, FERRERI). Il sig. Ferreri ha preso fotografie dell'eclisse totale di luna del 10 Febbraio e dell'analogo fenomeno del 6 Agosto, queste ultime adoperando un obiettivo catadiottrico gentilmente dato in prestito all'Osservatorio da parte del prof. Romolo DEAGLIO, preside della Facoltà.

Si è dato intanto il maggior impulso all'attività didattica. Nel periodo Novembre 1970 - Ottobre 1971 si sono laureati svolgendo la tesi in Astronomia i signori: G. P. CALASTRI (Associazioni stellari

Fig. 4 - Nuovo padiglione dello strumento dei passaggi Bamberg N. 2 (in costruzione)

e termine K), M. Maiullari (Calcolo degli elementi orbitali delle comete), L. Camandona (Analisi teorica delle curve di luce delle binarie ad eclisse e cenni sulla loro evoluzione), G. P. Bakovic (Dinamica dei sistemi stellari; forze derivanti da avvicinamenti con singole stelle), V. Rosso (Problemi particolari nella dinamica degli n-corpi in Astronomia), M. Boggio (Conformazione della Galassia da osservazioni ottiche e da misure dell'idrogeno neutro), M. Colombero (Osservazioni e teorie degli anelli di Saturno), M. L. Rodellono (Stelle novae e supernovae).

Lo scrivente ha curato la revisione della tesi di laurea del dott. Zappalà e, grazie anche alla preziosa consulenza del prof. ing. Morais, è stato redatto un piccolo saggio sull'ottica dei riflettori astronomici, pubblicato col N. 7 nella serie delle monografie dell'Osservatorio. Questo lavoro si inserisce nel quadro di interesse per la strumentazione astronomica, oggi particolarmente attuale in vista della costruzione del grande riflettore per l'Osservatorio Astronomico Nazionale.

Da parte loro, il prof. Franco Rossati (che ha conseguito la Libera Docenza in Astronomia nel Maggio u.s.) e il dott. Franco Scaltriti hanno compilato una monografia su « Configurazioni di equilibrio di un fluido omogeneo in rotazione ». Essa sarà il N. 8 della stessa serie.

Ancora Rossati e Scaltriti hanno cooperato con lo scrivente per una revisione del corso di Astronomia, ristampato in veste assai propria dalla tipografia Minerva.

È cominciata la graficatura delle osservazioni fotoelettriche eseguite dagli specialisti in varie parti del mondo e raccolte dal prof. Rossati e dal dott. Scaltriti per essere riportate — dopo una scelta basata sulle caratteristiche fisiche del sistema cui si riferiscono — nell'« Atlante di curve di luce di binarie ad eclisse », di cui si diceva nella precedente relazione.

Il dott. Ermanno Zanoner ha effettuato uno studio sulle capacità di impiego del nuovo misuratore di lastre Hauser. La dott.ssa Guglielma Francese ha seguito dei corsi presso la I.B.M. per l'uso dei calcolatori elettronici (introduzione al sistema 360, diagrammi a blocchi, studio dei linguaggi PL-1 e Fortran). Il dott. Maurizio

Bruno ha iniziato uno studio sulla formazione del sistema solare, esaminando una variante dell'ipotesi della cattura di See ed introducendo l'ipotesi supplementare che il mezzo interplanetario sia atto a produrre un'azione frenante sul corpo catturato.

Con l'Ottobre 1971 lo scrivente, coadiuvato dai tecnici Antonio Di Battista e Walter Ferreri, ha preso le prime lastre col nuovo telescopio, messo in condizioni di funzionare dal dott. Cocito con la cooperazione dei tecnici Aresu e De Sanctis. L'esito è stato molto soddisfacente. È in istudio, insieme con le dott.sse Margherita Boggio e Guglielma Francese, una prima lastra delle Plejadi, che servirà a definire: l'esatto fattore di scala dell'obiettivo, cioè la sua focale; la magnitudine stellare raggiungibile con pose di media durata; il campo utilizzabile e le sue eventuali distorsioni. Un esame preliminare indica l'ottima correzione dell'obiettivo fino ai bordi di un campo di 80' di diametro, e cioè doppio di quello previsto. Tale prestazione fa intravedere la prospettiva di costruire un portachassis di dimensioni ancora maggiori, per utilizzare in pieno le qualità dell'obiettivo.

Al XV Convegno della Società Astronomica Italiana, tenutosi in Bologna dal 7 al 10 Ottobre, hanno preso parte insieme con lo scrivente ed al prof. Banfi, ospite dell'Osservatorio, i nostri Boggio, Francese, Rossati e Scaltriti.

Mario G. Fracastoro
Direttore

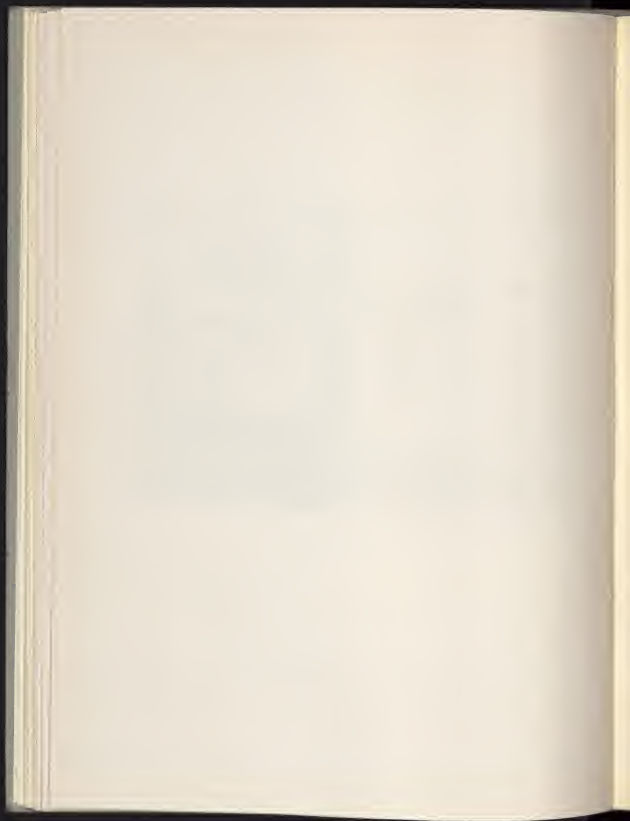
BIBLIOGRAFIA

Contributi dell'Osservatorio di Torino:

N. 56. F. Rossati - *Fotometria fotoelettrica delle binarie RZ Cas, VW Cep, W UMa* (Memorie della S.A.It. **41**, pag. 395, 1970).

N. 57. M. A. Vogliotti e V. Zappalà - *Posizioni di pianetini osservati nel* 1969 (in corso di stampa sulle Memorie della S.A.It.).

N. 58. M. G. Fracastoro - *Le stelle vicine* (Atti del XIV Convegno della S.A.It., Milano 1970).

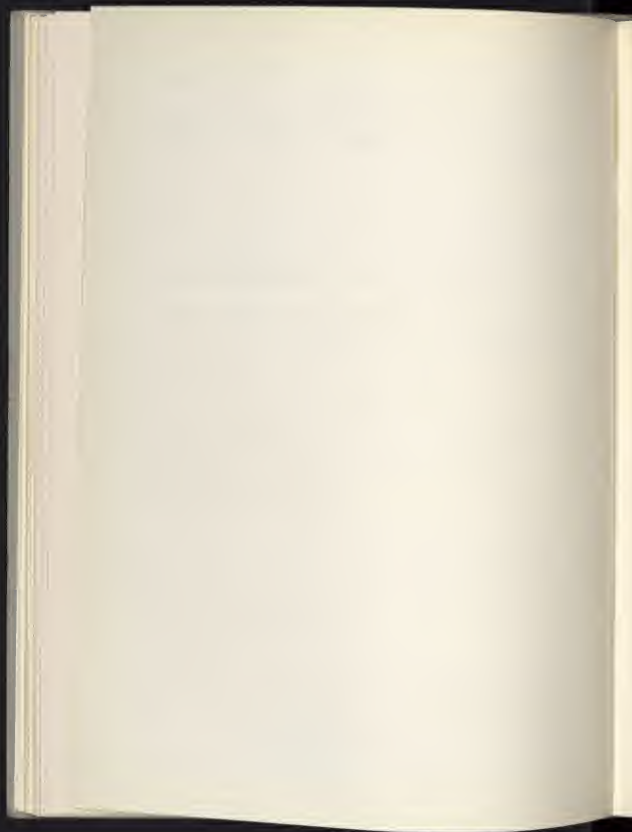
Fig. 5 - Nuova officina e boxes

N. 59. *Osservazioni e tempi di contatto dell'eclisse parziale di sole del* 25 *Febbraio* 1971 (in corso di stampa sulle Memorie della S.A.It.).

N. 60. G. Cocito, N. Missana e C. Moranzino - *Ripristino e prime osservazioni con lo strumento dei passaggi Bamberg* N. 15000 (in corso di stampa sulle Memorie della S.A.It.).

Pubblicazioni fuori serie:

N. 44. N. Missana - *Introduction to stellar Statistics,* di R. Kurth (recensione su « Il Nuovo Cimento », Aprile 1970).

N. 45. M. G. Fracastoro e M. A. Vogliotti - *Posizioni di pianetini,* 1961 (Memorie della S.A.It., **41**, pag. 543, 1970).

N. 46. M. G. Fracastoro - *Surfaces and Interiors of Planets and Satellites,* di A. Dollfus (recensione su Memorie della S.A.It., **41**, pag. 556, 1970).

Satelliti retrogradi del sistema solare

1. - Generalità

Ricordiamo la definizione di « satellite retrogrado ». Esiste un senso fondamentale di rivoluzione dei pianeti attorno al sole e dei satelliti attorno al proprio pianeta. Se si suppone che un osservatore si ponga in piedi sul corpo centrale, con la testa rivolta verso il polo Nord dell'eclittica, egli constaterà una rivoluzione dei corpi orbitanti nel senso inverso a quello delle lancette dell'orologio. I pianeti seguono questa regola senza eccezione; alcuni satelliti invece non la rispettano: sono quelli appunto denominati « retrogradi ».

Satelliti retrogradi nel sistema solare sono stati finora osservati attorno a Giove, Saturno ed a Nettuno.

2. - Satelliti retrogradi esterni o periferici

Gli studiosi che si occupano del problema dell'origine del sistema solare sono, in prevalenza, d'accordo sull'ipotesi di Kuiper e Ter Haar. Ossia — brevemente — si ritiene che il sole sia stato circondato da un disco nebulare di polvere cosmica, il quale contraendosi si sarebbe poi trasformato in un insieme di anelli concentrici (fig. 1), in base ad un processo meccanico studiato analiticamente (bibl. 1 e 2). I pianeti sarebbero derivati dagli anelli mediante accrezione e successiva agglomerazione delle particelle materiali. Uniche eccezioni a questo processo, sempre secondo la teoria di Kuiper e Ter Haar, sarebbero i grandi pianeti Giove e Saturno, ritenuti provenienti da globi gassosi. Si propende in tal caso per l'ipotesi di stelle « nate morte ».

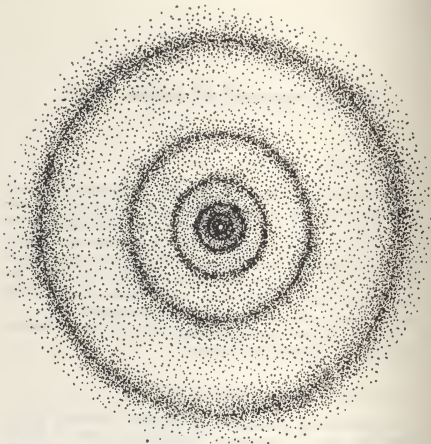



Fig. 1 - Insieme di anelli concentrici da cui sono stati generati i protopianeti.

Analoga origine è ragionevolmente attribuita ai satelliti, ritenuti in certo senso sistemi secondari o sottosistemi, in confronto al sistema planetario.

Esaminiamo ora, in base a questa ipotesi, la ragione per la quale i satelliti più esterni di Giove (VIII, IX, XI e XII) e di Saturno (Febea) sono retrogradi.

Durante la formazione degli anelli concentrici, da cui derivano

poi i satelliti dei pianeti, è dimostrabile che detti anelli sono tanto più estesi quanto più sono esterni (fig. 1). Supponiamo ora che nella fase di agglomerazione si formino, ad una certa epoca, due corpi con il materiale dell'anello originario. Nella fig. 2 sono disegnati tre protosatelliti in formazione provenienti da tre anelli concentrici. La larghezza degli anelli è decrescente dall'esterno verso l'interno. È chiaro che nei tre casi della fig. 2 i due corpi si attraggono e precisamente quello che precede è rallentato, mentre quello che segue è accelerato. In definitiva, dopo aver percorso un certo arco, si riuniscono a formare un unico corpo: il protosatellite in questione. Se l'anello originario è stretto (fig. 2a) si formerà un protosatellite che tende a ruotare sul proprio asse, perpendicolare al piano dell'orbita,

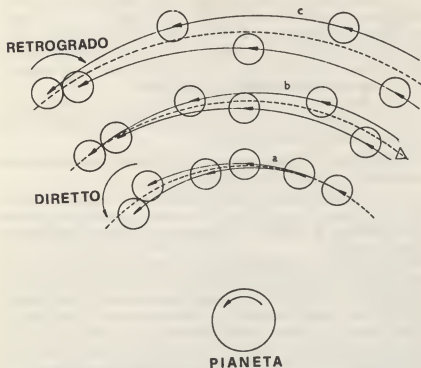



Fig. 2 - Schema intuitivo semplificato di formazione dei protosatelliti.

in senso antiorario, cioè normale; se invece l'anello originario è largo, i due corpi si incontrano ma producono un protosatellite che tende a ruotare sul proprio asse in senso orario, cioè retrogrado. La fig. 2b rappresenta il caso ideale intermedio: in questa circostanza la scelta casuale del senso di rotazione sarebbe affidata a piccole perturbazioni localmente presenti.

In definitiva la presenza di satelliti periferici retrogradi, in alcuni grandi sottosistemi (Giove e Saturno), sembra ragionevolmente giustificata in base ai ragionamenti sopra riportati.

3. - Il problema di Tritone

Una interessante particolarità del sistema solare è il sottosistema nettuniano. I satelliti sono due: Tritone, scoperto da W. Lassel nel 1846, e Nereide, da G. P. Kuiper nel 1949. Notevole è il fatto che Tritone si muove, a una distanza media di 330 mila km dal pianeta, in senso retrogrado, mentre Nereide, a distanza assai maggiore (circa 6 milioni di km) rivolve in senso diretto.

Un modello interpretativo atto a spiegare questa notevole proprietà è stato avanzato da H. P. Berlage (bibl. 3). L'ipotesi fondamentale di questo modello è duplice:

a) Tritone e Plutone furono originariamente due piccoli pianeti indipendenti, abbastanza vicini a Nettuno;

b) un grande disco di polvere, ruotante in senso diretto, circondò (fig. 3) Nettuno. Se non vi fosse stata alcuna perturbazione esterna al sottosistema, si sarebbero regolarmente generati dal disco un insieme di satelliti.

Ritenendo accettabili questi due punti, esaminiamo l'evoluzione del sottosistema. Ad una certa epoca Nettuno catturò Tritone, con il progressivo accumulo delle perturbazioni secolari, trasformando l'orbita dalla forma iperbolica a quella ellittica. Più o meno contemporaneamente si andava formando il protopianeta Nereide. Tritone intanto, raccogliendo la polvere contenuta nel disco, aumentava progressivamente la sua massa. Di conseguenza la sua orbita si restringeva diventando sempre meno eccentrica e meno inclinata sul

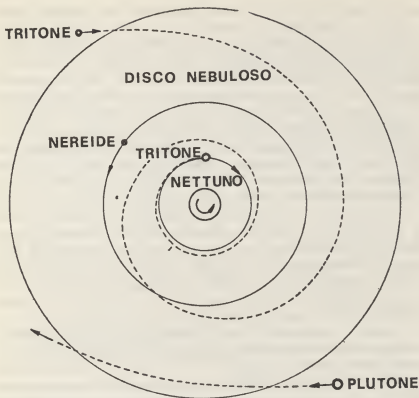



Fig. 3 - Il sistema nettuniano; schema della sua formazione.

piano equatoriale del pianeta, che si può ritenere coincidente col piano di simmetria del disco di polvere.

In effetti questo punto dell'ipotesi di Berlage è in buon accordo coi risultati di alcuni lavori teorici di G. Krall (bibl. 4) a proposito del movimento asintotico nel caso del problema dei due corpi, uno dei quali abbia massa lentamente variabile. Il modello a due corpi, Nettuno e Tritone, in formazione è accettabile in quanto si può ritenere assai modesto l'effetto perturbante di Nereide su Tritone stesso, essendo notevolmente inferiore come massa. Seguendo un fecondo filone di ricerca teorica, iniziato da Ehrenfest e proseguito

da T. Levi Civita (bibl. 5), Krall affrontò parecchi problemi concernenti la valutazione degli effetti che parametri lentamente variabili hanno sul moto dei sistemi di corpi celesti. Particolarmente efficace in questo contesto è l'introduzione del concetto di *invariante adiabatico*. Su questa traccia Krall dimostrò (bibl. 4) che, nel caso del problema dei due corpi di cui il minore ha massa lentamente crescente, il semiasse dell'orbita ellittica descritta da quest'ultimo diminuisce continuamente nel tempo. Inoltre, riprendendo un'idea di Lord Kelvin, lo stesso autore dimostrò (bibl. 6) che le inevitabili dissipazioni di energia connesse ai fenomeni mareali conducono progressivamente il satellite (nel nostro caso Tritone) su un'orbita pressoché circolare e giacente nel piano equatoriale del corpo centrale (Nettuno).

È giustificata quindi l'ipotesi di Berlage in merito alla genesi di Tritone, satellite interno retrogrado accresciutosi in massa a spese dell'originario disco di polvere. In una prima fase, susseguente alla cattura, si ritiene valido il modello dei due corpi di cui uno di massa variabile; successivamente, stabilizzatasi la massa di Tritone, si è avuto un processo di circolarizzazione della sua orbita e di raddrizzamento del piano dell'orbita nel senso prima descritto.

Inoltre, sempre per gli effetti mareali, è possibile prevedere teoricamente l'evoluzione a lungo termine del movimento di Tritone: ma di ciò si parlerà più avanti.

Si è detto prima che l'effetto perturbante di Nereide sul moto di Tritone è pressoché trascurabile: l'effetto inverso è invece assai cospicuo. Per comprendere ciò si pensi che Tritone fu catturato da Nettuno ad una distanza di oltre 100 raggi dal piantea, mentre la distanza attuale è di 13,3 raggi: è evidente che, nel corso della sua evoluzione di movimento e di accrescimento, Tritone ha attraversato l'orbita di Nereide, perturbandola. Ciò può spiegare l'attuale forte eccentricità di tale orbita (si ritiene che sia $e \simeq 0,76$).

In definitiva, durante la sua genesi, Tritone avrebbe fortemente pregiudicato la formazione di un regolare sistema di satelliti. Berlage (bibl. 3) ritiene che, se Tritone non fosse stato catturato dal disco nebulare attorno a Nettuno, si sarebbero formati almeno 4 satelliti, anziché il solo Nereide. Il resto del materiale costituente il disco originario ha costituito, per così dire, il « materiale di fabbricazione » di Tritone.

4. - Sul più lontano avvenire del sottosistema nettuniano

La singolare situazione di Tritone, satellite retrogrado di Nettuno situato attualmente a distanza pari a 13,3 raggi del pianeta centrale, comporta una previsione asintotica del moto di Tritone stesso di tipo catastrofico ben precisa: la caduta del satellite sul pianeta.

Ciò si deduce considerando, secondo le teorie di H. Darwin, le influenze dissipative (prima accennate) conseguenti agli effetti mareali. È un fatto indiscutibile che, nei casi astronomici, queste azioni sono tenuissime, ma esaminando intervalli di tempo adeguatamente lunghi, si prevedono effetti cospicui e tali da condurre a situazioni catastrofiche finali ben determinate.

Lo schema essenziale della teoria di Darwin è, a grandi linee, il seguente. Si considerano come protagonisti due fatti fisici, di portata generalissima, durante il moto del satellite attorno al pianeta:

1) il momento angolare del sistema pianeta-satellite si mantiene costante nel tempo;

2) l'energia totale meccanica diminuisce in seguito alle dissipazioni (conseguenti agli attriti dovuti alle maree).

Si ammette inoltre ovviamente che valga per ogni singola orbita, appartenente all'insieme che varia lentissim mente nel tempo, chiamata anche orbita osculatrice, la III legge di Keplero. Dando veste matematica a quanto detto sopra (bibl. 7), si ottiene una funzione che esprime analiticamente l'energia totale del sistema in funzione della velocità angolare di rivoluzione del satellite attorno al pianeta.

Si può ammettere con semplificazioni ragionevoli che tale funzione, restando costanti le masse dei due corpi, nel moto retrogrado del satellite sia decrescente a mano a mano che decresce tale velocità angolare. Si ottiene così un « diagramma degli stati », ossia un grafico in cui ad ogni coppia di valori y ed x (funzione e variabile indipendente) corrisponde una ben determinata epoca.

È possibile allora prevedere il più lontano avvenire del sistema Nettuno-Tritone, muovendo il punto rappresentativo sulla curva nel senso di y decrescente (fig. 4) che rappresenta, per così dire, il futuro. Si nota dal diagramma che, se il satellite rivolve attorno

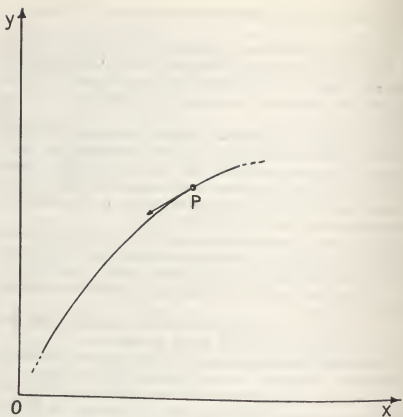



Fig. 4 - Diagramma degli stati, rappresentativo dell'evoluzione del sistema nettuniano.

al suo pianteta in senso inverso a quello della rotazione di questo (ossia il satellite è retrogrado), esso finirà per cadere sul pianeta. Questa è appunto la conclusione catastrofica prevedibile, in un lontano futuro, del sottosistema nettuniano.

Vittorio Banfi
Libero Docente presso il Politecnico di Torino

BIBLIOGRAFIA

(1) Ter Haar, D. - *Studies of the origin of the solar system*, Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, Copenhagen (1946).

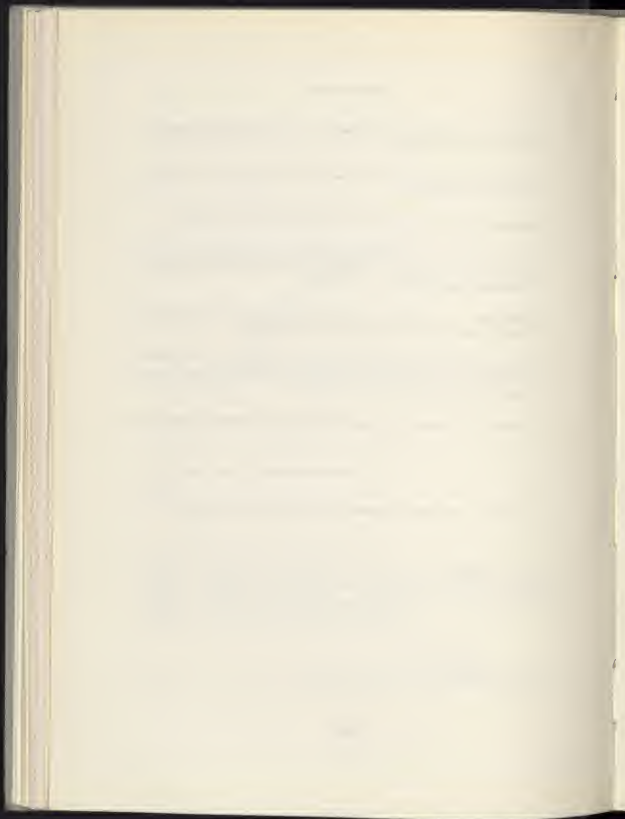
(2) Kuiper, G. P. - *The formation of the planets*, Journal Royal Astronomical Society Canada, Vol. 50 (1956).

(3) Berlage, H. P. - *The origin of the solar system*, Pergamon Press (1968).

(4) Krall, G. - *Parametri variabili e previsioni asintotiche in qualche problema di meccanica celeste*, Rendiconto della Reale Accademia d'Italia, Classe di Scienze fisiche matematiche e naturali (1932).

(5) Levi-Civita, T. - *Applicazioni astronomiche degli invarianti adiabatici*, Atti del Congresso internazionale dei matematici, Bologna (1928).

(6) Krall, G. - *Intorno agli effetti asintotici delle maree sul moto dei corpi celesti. Generalità e problema dei due corpi*, Rendiconti della Reale Accademia d'Italia, Classe di Scienze fisiche matematiche e naturali (1932).

(7) Poincaré, H. - *Leçons sur les Hypothèses Cosmogoniques*, Gauthier-Villars (1912).

L'origine delle comete

1. - Introduzione

Le comete hanno avuto una storia del tutto particolare nella Astronomia occidentale antica, mentre nell'Astronomia moderna continuano a rappresentare un problema di difficile soluzione la cui importanza nell'ambito dell'origine del sistema solare si delinea con sempre maggior chiarezza.

Fino al XVI secolo le comete furono considerate nel mondo occidentale essenzialmente come dei fenomeni di tipo atmosferico, interpretazione questa che aveva il pregio di non contrastare con l'immagine del cielo aristotelico formato di sfere cristalline, incorruttibili e perfette. È questo il motivo per cui, contrariamente a quanto accadde in Oriente, non furono conservate registrazioni astronomiche delle apparizioni di comete.

Bisogna arrivare alla vigilia della rivoluzione copernicana per trovare notizia delle prime osservazioni scientifiche su una cometa. Esse furono compiute a Norimberga da Johannes Müller, Regiomontano, nel 1472. Si ha pure notizia di alcune osservazioni di Leonardo da Vinci sui sorprendenti fenomeni dei mutamenti nella forma delle comete e delle loro apparizioni e sparizioni improvvise.

Fu però nel 1577 che le comete cominciarono ad assumere un'importanza decisiva in cosmologia. In quell'anno Tycho Brahe riuscì, esaminando una cometa, a determinarne la parallasse dimostrando così che essa si situava al di là della sfera del mondo « elementare », oltre la Luna. Ciò significava riconoscere un mutamento nelle sfere celesti in contraddizione coi principi aristotelici. Era

l'inizio di una battaglia che sarebbe stata portata avanti da Galileo. Contemporaneamente Brahe formulò l'ipotesi che il movimento di una cometa potesse essere « non esattamente circolare, ma leggermente oblungo ». Fu questa la prima idea di un movimento di un corpo celeste su un'orbita non perfettamente circolare, in contrasto con quelle concezioni pitagoriche che dominarono l'Astronomia fino a Keplero.

Dopo i lavori di Gian Domenico Cassini del 1652, cominciò a farsi luce, con Halley e successivamente con Olbers, il problema cosmogonico delle comete in senso moderno: se cioè esse siano o no sempre appartenenti al sistema solare.

Lo studio dell'effettiva natura fisica delle comete e della loro particolare struttura interna fu invece iniziato da Bessel e da Bredichin. È del 1864 la prima osservazione dello spettro di una cometa, effettuata a Firenze da Giovanni Battista Donati, il fondatore dell'Osservatorio di Arcetri.

Agli inizi del nostro secolo il previsto ritorno della cometa di Halley nel 1910 diede grande impulso alle ricerche cometarie, con l'applicazione dei metodi di fotografia, fotometria e spettroscopia.

2. - Le prime ipotesi

Fin dall'inizio le teorie sull'origine delle comete si svilupparono secondo due direttrici. La prima, facente capo a Laplace, si orienta su un'origine interstellare delle comete. La seconda, ispirata da Lagrange, è per una formazione comune delle comete e dei meteoriti dovuta a fenomeni esplosivi superficiali dei pianeti maggiori.

Laplace introdusse per primo due concetti importanti: quello di una sfera d'azione del sole, estendentesi fino a 10^5 u.a. da esso, oltre la quale l'influsso gravitazionale del sole può essere trascurato, e quello di una zona di visibilità, ancora una sfera centrata nel sole con un raggio di 2 u.a., entro la quale le comete sono visibili da un osservatore terrestre.

Laplace ipotizzava l'esistenza di un campo di comete esterno alla sfera d'azione del sole, caratterizzato da una certa distribuzione interna delle velocità.

Cometa Bennet il 2 Aprile 1970 a $4^{h}\ 57^{m}$ TMEC e il 3 Aprile 1970 a $4^{h}\ 56^{m}$.
Foto: Cocito - Di Battista

Detto $y(v)\ dv$ il numero delle comete con velocità spaziale compresa tra v e $v + dv$, Laplace supponeva che, esternamente alla sfera di azione del sole, si avesse

$$y(v) = \text{costante}$$

per tutte le velocità comprese tra 0 e ∞, e considerava la conseguente distribuzione degli assi maggiori delle comete che entravano nella zona di visibilità. Egli ricavava che il numero delle comete ellittiche e paraboliche doveva superare di gran lunga quello delle comete iperboliche, come effettivamente sembrava verificarsi. Fu Schiaparelli che mise in evidenza un punto debole del ragionamento: non era stata considerata la velocità del sole relativa al campo. Tenendone conto, la situazione si capovolgeva ed erano le orbite iperboliche a diventare preponderanti, in contrasto coi dati osservazionali. Schiaparelli concludeva che le comete, senza appartenere al sistema solare, formavano però una nube che accompagnava il sole dalla sua origine.

Va comunque notato che la distribuzione di velocità assunta da Laplace era del tutto particolare: con essa la densità delle velocità spaziali diventava infinita per $v = 0$. Era molto improbabile che tale distribuzione avesse una qualche corrispondenza nella realtà. Inoltre la preponderanza di orbite paraboliche dedotta da Laplace dipendeva esclusivamente dalla singolarità verificantesi per $v = 0$.

Gli sforzi dei ricercatori si indirizzarono verso l'introduzione di funzioni di distribuzione più plausibili. Fabry propose la

$$y(v) = 4 \pi v^2$$

con un estremo superiore per la velocità, in modo che si avesse

$$y(v) = 0 \quad \text{per} \quad v > b$$

ma, a calcoli terminati, concluse che l'assenza di orbite marcatamente iperboliche tra quelle delle comete conosciute era inspiegabile nell'ipotesi di un'origine interstellare delle comete, e che perciò tale ipotesi doveva essere abbandonata.

Successivamente l'ipotesi di Laplace fu ripresa da Moisseiev. Egli dimostrò che le approssimazioni introdotte da Schiaparelli e Fabry erano in realtà superflue. Sia nel caso del sole fermo rispetto al campo di comete, sia in quello del sole in moto, tutti i problemi riguardanti la distribuzione di densità e la distribuzione degli elementi orbitali potevano essere risolti in maniera esatta. L'importanza dei suoi lavori risiede nel metodo usato più che nei risultati diretti i quali risultano viziati dalla scarsa attendibilità della distribuzione delle velocità e del valore della velocità del sole adottati.

Laplace fu anche il primo a distinguere le comete in due classi distinte a seconda del loro periodo di rivoluzione intorno al sole, e a supporre che le comete a breve periodo fossero comete a lungo periodo o comete paraboliche portate su orbite più brevi dalle perturbazioni dei pianeti maggiori. Questa ipotesi fu poi sviluppata nei particolari da Russell.

L'ipotesi di Lagrange di un'origine planetaria delle comete considerava invece due possibilità: l'esplosione di un antico pianeta esterno oppure le eruzioni sempre da un pianeta dello stesso tipo.

Se era vera la prima ne conseguiva che le orbite delle comete a lungo periodo sarebbero dovute passare tutte per uno stesso punto. Non essendoci alcuna prova che ciò realmente avvenisse, l'idea fu ben presto scartata.

La seconda possibilità fu invece oggetto di studio approfondito da parte di Tisserand, il quale dimostrò tuttavia che per raggiungere la zona di visibilità una cometa a lungo periodo doveva essere espulsa in direzioni e con velocità ben definite, circostanza che sembrava del tutto improbabile.

All'inizio degli anni '30 Vsekhsvyatsky riprese la teoria di Lagrange rielaborandola nel senso di considerare le eruzioni come provenienti dai pianeti maggiori, in particolare da Giove, e dai loro satelliti secondo un processo che sarebbe ancora in atto.

Nel 1948 van Woerkom pubblicò un lavoro, rimasto fondamentale, inteso a valutare l'attendibilità delle varie ipotesi sulla base del materiale statistico disponibile riguardante gli elementi orbitali delle comete la cui traiettoria era nota con una certa precisione.

Dopo una discussione critica dei risultati, egli ritenne di poter scartare l'ipotesi di un'origine interstellare delle comete a lungo periodo, criticando però anche l'ipotesi di una nube moventesi solidalmente col sole « ab initio ». Il suo lavoro diede comunque impulso a nuove ricerche.

3. - Le comete nel sistema solare

Un aspetto particolarmente interessante connesso al problema dell'origine delle comete è quello dell'esistenza di due sistemi cometari ben distinti tra loro sia per le proprietà dinamiche sia per quelle fisiche.

Si parla infatti di un « sistema cometario centrale » o sistema delle comete a breve periodo, che si differenzia nettamente dal sistema delle comete a lungo periodo.

S'intende come cometa a breve periodo una cometa il cui periodo orbitale P è inferiore ai 200 anni, valore collegato alla presunzione che le osservazioni effettuate negli ultimi due secoli godano di un sufficiente grado di affidabilità e che perciò le comete periodiche scoperte in questo lasso di tempo e con $P < 200$ anni possano fornirci, se ritrovate nei passaggi successivi, nuovi dati per la verifica dei loro elementi orbitali e lo studio delle perturbazioni planetarie. Inoltre c'è da attendersi che le comete di questo tipo rimangano per tutta la durata della loro esistenza entro i confini del sistema planetario (la distanza afelica di Plutone è 49.3 u.a. e il suo periodo è 248 anni) sicchè la loro natura fisica ne sarà fortemente influenzata.

Da un punto di vista dinamico due sono le caratteristiche principali che evidenziano l'intima connessione del sistema cometario centrale coi pianeti maggiori:

a) la distribuzione delle inclinazioni orbitali, le quali sono fortemente concentrate sui piccoli valori tra 0° e 20°; la maggior parte delle comete a breve periodo si muovono perciò praticamente sulla eclittica e per di più, tranne poche eccezioni, nello stesso senso dei pianeti;

b) la distribuzione delle distanze afeliche, la quale mostra dei raggruppamenti ben marcati che sembrano in qualche modo corre-

lati con le distanze medie dei pianeti maggiori; questa caratteristica conduce al concetto di « famiglia di comete », insieme delle comete i cui afeli coincidono con punti dell'orbita di un particolare pianeta maggiore. Si parla così di famiglia di Giove (la più evidente), di Saturno, di Urano e di Nettuno. L'ipotesi, avanzata da Schütte (1950), di famiglie associate a Plutone e a un ipotetico pianeta transplutoniano evidenzia l'importanza cosmogonica delle comete.

Rispetto alle comete di questo sistema, le comete a lungo periodo si differenziano dinamicamente per:

a) la distribuzione dei perieli, che sembra mostrare una diretta connessione di queste comete col piano galattico piuttosto che col piano dell'eclittica;

b) la distribuzione casuale delle inclinazioni dei piani orbitali;

c) la distribuzione casuale dei nodi delle orbite;

d) le eccentricità, che sono tutte superiori a 0.96, mentre per le comete a breve periodo sono quasi uniformemente distribuite tra i valori possibili.

Anche per quanto concerne le proprietà fisiche intrinseche esiste una profonda differenza tra i due sistemi, tanto che Oort (1950) potè parlare di comete « nuove » per quelle a lungo periodo e comete « vecchie » per quelle a breve periodo, giustificando gli appellativi con l'ipotesi, finora quasi universalmente accettata, che le comete a lungo periodo rappresentino il tipo standard, mentre quelle a breve periodo altro non siano che comete a lungo periodo catturate dai pianeti maggiori, definitivamente costrette entro la regione centrale del sistema solare, e fisicamente decadute a causa dei processi di dissociazione connessi ai ripetuti passaggi in prossimità del sole.

Da questa ipotesi consegue che il problema dell'origine delle comete si fonda esclusivamente sulla spiegazione di quelle a lungo periodo, reinserendosi immediatamente nella prospettiva più ampia dell'evoluzione dell'intero sistema solare. Le comete a lungo periodo possiedono infatti caratteristiche dinamiche e fisiche del tutto peculiari e spesso antitetiche rispetto a quelle dei pianeti.

Si è già visto che dinamicamente tali comete sono caratterizzate

da orbite quasi paraboliche, da direzioni orbitali distribuite in maniera quasi uniforme, e da un'egual percentuale di moti in senso diretto e in senso retrogrado. Fisicamente poi esse sono caratterizzate da un volume complessivo anche paragonabile a quello del sole, cui corrisponde però una massa trascurabile (10^{15} — 10^{21} grammi), da fenomeni di emissione intrinseca di luce, di improvvisi aumenti di luminosità, di esplosione, di diffusione, di frattura, di contrazione durante l'avvicinamento al sole, anche se si rilevano profonde differenze individuali tra le singole comete. Specialissimo poi è il fenomeno della coda che, da un punto di vista puramente morfologico, è un processo unico nell'universo.

4. - Le teorie moderne

Relativamente poche sono le moderne teorie sull'origine delle comete.

Tra i successori di Laplace nell'ipotesi interstellare troviamo Bobrovnikoff e Nölke.

Bobrovnikoff (1929), dopo aver studiato la durata della vita di 94 comete, conclude che esse non possono essere più vecchie di un milione d'anni, e che perciò il sole deve essere passato in questo lasso di tempo attraverso una nube interstellare da cui ha catturato le comete. L'intero processo di formazione si sarebbe completato con quest'unico passaggio. La struttura fisica e dinamica di questa ipotetica nube non è però illustrata nei particolari, e neppure viene indicato il meccanismo di cattura.

Nölke (1936) cerca invece di provare che le condensazioni interne alla ipotetica nube possono essere incorporate nel sistema solare solo se il loro movimento avviene entro un mezzo resistente, che egli identifica con l'insieme della materia interstellare, composta di polveri e di gas. Anche per Nölke il processo sarebbe terminato.

Ultimo strenuo fautore dell'ipotesi planetaria risalente a Lagrange è invece Vsekhsvyatsky (1930, 1931, 1951). Nei suoi primi due lavori egli propone l'ipotesi che le comete siano state espulse dai pianeti esterni attraverso processi vulcanici. Secondo le varie velocità di eruzione sarebbero risultate le differenti forme orbitali

per le comete a breve periodo e a lungo periodo. Quest'ipotesi fornirebbe anche una spiegazione sull'origine delle famiglie di comete. La principale obiezione a questa teoria risiede nelle grandi velocità che dovrebbero essere associate al processo di emissione, di 67 km/sec per Giove e 42 km/sec per Saturno, che da un punto di vista fisico sembrano del tutto improbabili. Per superare questa difficoltà Vsekhsvyatsky (1951) trasferì successivamente il centro di produzione delle comete dai pianeti maggiori ai loro satelliti, in modo da ottenere una riduzione delle velocità di emissione richieste. Va però rilevato che da parte osservazionale non si ha alcuna prova dell'effettiva esistenza dei fenomeni vulcanici ipotizzati.

A parte queste teorie, che sollevano pesanti obiezioni dal punto di vista fisico, due sono le ipotesi sull'origine delle comete che hanno dominato la scena negli ultimi 20 anni. La teoria della nube di comete di Oort, e la teoria di Lyttleton collegata al meccanismo di accrezione di materia interstellare.

a) *La teoria di Oort.*

Oort parte da considerazioni di carattere statistico sulle comete i cui elementi orbitali sono noti con una certa precisione. La distribuzione dei reciproci dei semiassi maggiori mostra un massimo molto marcato intorno ai piccoli valori (Fig. 1).

Il valore medio di $1/a$ nel primo intervallo è uguale a 0.000018, corrispondente a un asse maggiore di 110·000 u.a. Da ciò Oort conclude che una parte notevole delle comete a lungo periodo deve essere giunta a noi da una regione dello spazio compresa tra le 20·000 e le 150·000 u.a., distanza quest'ultima paragonabile a quella delle stelle vicine. Ciò non significa però che le comete siano d'origine interstellare. Esse infatti prendono parte al moto del sole nello spazio e inoltre tra le loro orbite non ne mostrano di marcatamente iperboliche come si richiederebbe in quel caso.

Sembra quindi necessario concludere che le comete siano sempre appartenute al sistema solare. Esse formerebbero una nube periferica estendentesi fino a 150·000 u.a. e oltre, originatasi dai resti di un pianeta distrutto.

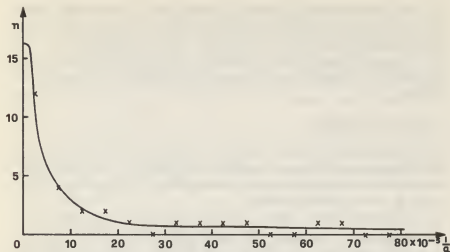



Fig. 1 - Distribuzione dei reciproci dei semiassi maggiori. Le croci indicano il numero di comete per ogni intervallo di ampiezza 0.00005 dei valori di 1/a.

Resta il problema di spiegare perchè siano ancora osservate comete a lungo periodo; van Woerkom (1948) aveva infatti dimostrato che le perturbazioni di Giove trasformano gradualmente tutte le comete in comete a breve periodo, costringendole a rivolvere nelle regioni interne del sistema planetario e a subire il forte influsso della azione solare che tende a disgregarle. Nel giro di uno o due milioni d'anni dopo il loro primo passaggio al perielio praticamente tutte le comete a lungo periodo sarebbero scomparse.

Poiché è estremamente improbabile che le comete osservate siano nate negli ultimi due milioni d'anni, si è portati a concludere che la nube circumsolare sia un sistema relativamente stabile, cioè una specie di grande serbatorio, e che le protocomete in esso contenute siano occasionalmente soggette ad azioni perturbatrici in grado di deviarle verso le regioni più interne del sistema solare.

Queste azioni perturbatrici sarebbero dovute alle stelle di passaggio. Oort studia l'influsso di tali stelle sulla nube e il modo in cui le comete vengono staccate da essa e inserite in un'orbita circumsolare.

Egli ritiene inoltre di poter affermare che la nube contiene circa 10^{11} comete di dimensioni osservabili, e che la massa totale della nube è dell'ordine di 1/10 — 1/100 di quella della Terra.

Avanza infine l'ipotesi di un'origine comune delle comete e dei pianetini da far risalire ai primi stadi di evoluzione del sistema planetario.

b) *La teoria di Lyttleton.*

Questa teoria possiede un fondamento fisico nell'esistenza entro la Galassia di nubi oscure di polvere interstellare, e un fondamento matematico nell'applicazione del meccanismo di accrezione introdotto da Bondi e Hoyle (1944).

Lyttleton suppone che il sole attraversi queste nubi di polvere interstellare e che attragga tutte quelle particelle che non sono soggette alla pressione di radiazione. Esse sono portate a descrivere orbite iperboliche col sole come fuoco, fino a convergere intorno ad una linea, l'asse di accrezione, parallela alla direzione della velocità del sole entro la nube e passante per il sole stesso (Fig. 2).

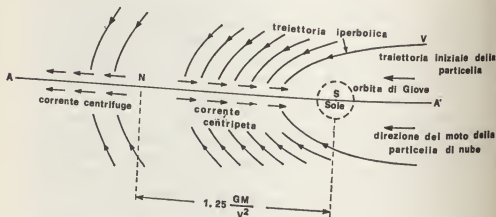



Fig. 2 - Meccanismo di accrezione di polvere interstellare da parte del sole. Il punto neutro *N* è posto alla distanza 1.25 $GM_{\odot}/V^2$ dal sole. Se il disegno fosse in scala, tale distanza sarebbe circa 100 volte il raggio dell'orbita di Giove, mentre la larghezza della nube sarebbe solo una frazione del raggio solare.

Si può dimostrare che le componenti radiali delle velocità delle particelle sull'asse sono uguali e coincidenti con l'originaria velocità di avvicinamento della nube. Se perciò due particelle, provenienti da opposte direzioni, s'incontrano sull'asse in modo da annullare nell'impatto le loro velocità trasverse, la nuova massa risultante dopo l'urto si troverà a giacere sull'asse e con la stessa velocità radiale V della nube originaria.

Considerando inoltre che l'estensione della nube è grande rispetto alle dimensioni lineari coinvolte nel meccanismo di cattura, il processo avrà il tempo di raggiungere uno stato stazionario nel quale ogni caratteristica è continuamente mantenuta senza fluttuazioni per tutto il tempo in cui il sole resta nella nube.

Questo processo, mentre è fisicamente in grado di creare intorno all'asse delle condensazioni separate di particelle gravitazionalmente legate tra loro, dal punto di vista dinamico si sviluppa in modo da permettere la determinazione di una distanza di cattura oltre la quale il materiale interstellare riesce a sfuggire all'influenza gravitazionale del sole.

È infatti facilmente dimostrabile che la velocità radiale V posseduta da tutte le particelle giacenti sull'asse sarà inferiore alla velocità di fuga solo per quelle particelle situate a una distanza

$$d < 2 \frac{G M_{\odot}}{V^2}$$

che resteranno gravitazionalmente vincolate al sole.

Quindi quello a secondo membro è il valore del raggio di cattura, e rappresenta una dimensione caratteristica di tutto il processo.

Un semplice calcolo numerico che assuma un valore ragionevolmente basso di V dimostra che questo raggio di cattura è estremamente grande rispetto al raggio del sole, e si può estendere fino a circa 1000 u.a.

Viene inoltre dimostrato che esiste sulla corrente assiale un « punto neutro » indicante la distanza al di qua della quale il flusso del materiale verso il sole diventa effettivo; tale punto si trova compreso tra $GM_{\odot}/V^2$ e $2GM_{\odot}/V^2$.

La formazione vera e propria delle comete avverrebbe entro la corrente assiale, e le comete stesse si identificherebbero con le singole aggregazioni risultanti dalla segmentazione della corrente prodotta dall'autogravitazione.

Sotto l'azione combinata dell'attrazione solare e planetaria, esse si inserirebbero poi su orbite circumsolari, raggiungendo la zona di visibilità e mostrandosi con le caratteristiche a noi familiari.

Lyttleton ritiene infatti di poter spiegare col suo modello non solo le caratteristiche dinamiche delle comete, ma anche le più enigmatiche caratteristiche fisiche, come la contrazione della testa durante l'avvicinamento al perielio e la formazione della coda.

5. - Il dibattito e lo stato attuale delle ricerche.

La radicale incompatibilità delle due teorie risiede non solo nelle profonde differenze relative alla formazione delle comete e nella circostanza che Oort considera concluso tale processo mentre Lyttleton lo ritiene virtualmente ripetibile ad ogni passaggio del sole entro una nube di polvere interstellare, ma anche nelle conseguenti rappresentazioni fisiche delle comete.

La teoria di Oort implica infatti che il nucleo visibile entro la testa di molte comete sia di natura solida e compatta, mentre per Lyttleton esso sarebbe solo un fenomeno transitorio all'interno della testa, che ritiene costituita da un'aggregazione di particelle percorrenti orbite individuali intorno al sole contigue tra loro.

L'intera discussione è poi complicata dal fatto che il modello fisico di cometa attualmente più attendibile — quello del nucleo di ghiaccio « sporco » di Whipple (1950, 1951, 1963) — non si accorda con nessuna delle due teorie.

Questa difficoltà nello spiegare l'apparente costituzione fisica delle comete, è dovuta sia alla relativa scarsità di sicuri dati osservazionali sia alle profonde differenze individuali tra le varie comete, ed ha rappresentato un ulteriore elemento di divisione tra i sostenitori delle due teorie.

La polemica era scoppiata in realtà fin dall'apparizione dei

primi lavori. Essa verteva essenzialmente sull'interpretazione degli scarsi dati statistici disponibili, e si fece subito aspra perché coinvolgeva direttamente il metodo d'indagine usato e in definitiva la stessa correttezza scientifica degli autori. Nè poteva essere risolta sulla base di prove dirette, perché sia la nube di Oort sia il processo di accrezione di Lyttleton si situano ai margini del sistema solare, al di là dei limiti osservativi per oggetti di dimensioni cometarie.

Il dibattito in sé stesso non ha portato in questi anni grande contributo alla conoscenza dell'effettiva natura delle comete, mentre ha piuttosto sortito l'effetto di convogliare gli studi teorici sulle comete secondo una prospettiva bipolare, che ha ridotto i sostenitori di teorie diverse a sortite solo sporadiche.

Un notevole progresso si è invece verificato nelle ricerche fisiche e statistiche.

Per le prime ha rivestito straordinaria importanza l'uso generalizzato dei moderni strumenti osservativi per una ricerca sistematica delle comete, come pure l'impiego delle nuove conoscenze sulla fisica del plasma.

Nelle seconde si è aumentata notevolmente l'attendibilità dei dati disponibili, iniziando contemporaneamente uno studio critico sul loro impiego, mentre l'utilizzazione degli elaboratori elettronici ha consentito la realizzazione di nuovi metodi d'indagine.

La grande messe di risultati non ha però prodotto una spinta unificatrice. Al contrario, Da una parte si è infatti sempre più costretti a prendere atto di profonde differenze fisiche individuali fra le comete, differenze che giungono a coinvolgere il loro aspetto esterno il quale sembra dipendere criticamente dagli strumenti usati per l'osservazione. Dall'altra i dati statistici continuano a essere suscettibili di interpretazioni antitetiche tra loro, e addirittura comincia a essere messa in discussione quell'ipotesi di cattura delle comete a lungo periodo da parte di Giove e dei pianeti maggiori che rappresenta un pò il cardine delle due principali teorie sull'origine delle comete.

Ciò su cui tutti sembrano concordi è invece l'estrema importanza che le comete vanno sempre più rivestendo nel problema cosmogonico.

L'esistenza di famiglie e di gruppi di comete, l'intima connessione tra comete e pianetini e tra comete e detriti meteoritici sono fenomeni che, accanto a quello centrale dell'esistenza di due distinti sistemi cometari, devono trovare posto in qualunque teoria sull'origine del sistema solare.

In cambio le comete sono in grado di fornire un esempio estremamente interessante di decadimento cosmico: i fenomeni di disgregazione, diffusione, scissione, emissione di getti di cui sono protagoniste le comete sono unici nell'intero sistema solare. Contemporaneamente esse rappresentano efficienti rivelatori dell'attività solare (effetto Poynting-Robertson e radiazione corpuscolare), dell'esistenza del vento solare e di molte caratteristiche fisiche del plasma.

Anche le enigmatiche caratteristiche morfologiche e dinamiche potrebbero avere un significato notevole nella meccanica generale del sistema solare.

L'importanza che le comete hanno assunto ha già indotto alcuni a proporre di creare artificialmente dei modelli di cometa per poterne studiare il comportamento (Donn 1961) o di « andare a vedere » direttamente una cometa raggiungendola con una sonda spaziale (Swings 1965).

6. - Conclusione

Mentre l'approfondimento delle conoscenze fisiche e la raccolta sistematica di dati statistici attendibili continuano a essere le due principali piste da battere da parte degli osservatori, per i teorici il problema si è fatto ora più complesso. Non si tratta più infatti soltanto d'interpretare in maniera verosimile una certa quantità, relativamente limitata, di elementi statistici. Oggi le condizioni sono più restrittive.

Ammesso infatti che una teoria unitaria sull'origine delle comete sia compatibile con la loro atipicità intrinseca, essa dovrebbe essere in grado d'indicare:

1) dove e quando si sono formate le comete;

2) se esse derivano da un'unica sorgente o da diverse sorgenti, e quale sia stato il meccanismo di formazione;

3) se tale formazione è un processo terminato o ancora in atto; dovrebbe inoltre poter spiegare:

4) l'esistenza di due sistemi cometari nettamente distinti e la loro attuale struttura spaziale, contemplando un meccanismo di transizione, in un senso o nell'altro, tra i due sistemi;

5) la frequenza statistica osservata delle orbite ellittiche, paraboliche e iperboliche, e la sua interpretazione dal punto di vista evolutivo;

6) le caratteristiche dinamiche delle comete a lungo periodo e il loro comportamento antitetico rispetto ai pianeti;

7) il legame dinamico tra le comete a breve periodo e i pianetini;

8) il legame evolutivo tra le comete e i prodotti del decadimento cosmico (meteore e luce zodiacale);

9) l'aspetto fisico e morfologico della struttura cometaria.

Per il conseguimento di questo risultato è probabilmente essenziale un vero capovolgimento metodologico. Non si tratta più di costruire teorie fondate su pochi dati concreti e molte ipotesi aggiuntive non suscettibili di verifica, bensì di dare forma organica a tutta una nuova messe d'informazioni recentemente acquisite, e su questa più solida base tentare di risalire alle origini.

Sergio Vaghi
dell'Osservatorio astronomico di Torino

BIBLIOGRAFIA

Bobrovnikoff, N. T. - 1969 - *On the disgregation of comets* - Lick Obs. Bull. n. 408, 28.

Bondi, H. e Hoyle, F. - 1944 - *On the mechanism of accretion by stars* - M. N. **104**, 273.

Donn, B. - 1961 - *Comet formation and an artificial comet experiment* - A. J. **66**, 282.

Lyttleton, R. A. - 1948 - *On the origin of comets* - M. N. **108**, 465.

Lyttleton, R. A. - 1953 - *The comets and their origin* - Cambridge University Press.

Lyttleton, R. A. - 1968 - *Mysteries of the solar system* - Oxford, Clarendon Press.

Nölke, F. - 1936 - *Der Ursprung der Kometen, Meteore und der Zodiakallichtmaterie* - Sterne 16, 155.

Oort, J. H. - 1950 - *The structure of the cloud of comets surrounding the solar system, and a hypothesis concerning its origin* - B.A.N. 11, 91.

Oort, J. H. e Schmidt, M. - 1950 - *Differences between new and old comets* - B.A.N. 11, 259.

Richter, N. B. - 1963 - *The nature of comets* - London.

Righini, G. - 1965 - *Early observation of cometary spectra* - *Nature et origine des comètes* - Liège.

Schütte, C. H. - 1949 - *Two new families of comets* - Pop. Astr. 57, n. 4.

Schütte, C. H. - 1950 - *Kometenfamilien* - Sternenwelt 2, 25.

Singer, C. - 1959 - *A short history of scientific ideas to 1900* - London.

Swings, P. - 1965 - *Astronomical investigations of comets* - Advances in Space Science and Technology, 7, 393.

van Woerkom, A. J. J. - 1948 - *On the origin of comets* - B.A.N. 10, 445.

Vsekhsvyatsky, S. K. - 1930 - *Zur Frage des Ursprungs der kurzperiodischen Kometen* - Astr. Nachr. 240, 273.

Vsekhsvyatsky, S. K. - 1931 - *Ueber die Bildung der Kometen* - Astr. Nachr. 243, 281.

Vsekhsvyatsky, S. K. - 1951 - *Le comete periodiche e la loro origine* (in russo) - Russ. Astr. J. 24, 63.

Whipple, F. L. - 1950 - *A comet model: Part I* - Ap. J. 111, 375.

Whipple, F. L. - 1951 - *A comet model: Part II* - Ap. J. 113, 464.

Whipple, F. L. - 1963 - *On the structure of the cometary nucleus* - *The moon, meteorites and comets* - Kuiper, G. P. e Middlehurst, B. M. editori - Chicago.

Insolazione a Pino Torinese

Come già detto nei precedenti Annuari, dal Gennaio 1968 è in funzione all'Osservatorio un eliofanografo. Le ore di insolazione da esso registrate vengono confrontate anche quest'anno con quelle della stazione meteorologica di St. Barthélemy in Val d'Aosta.

Riportiamo i dati raccolti nel periodo 1 Novembre 1970 ÷ 31 Ottobre 1971 col relativo istogramma, che dà la frequenza dei giorni aventi insolazione percentuale da 0 (coperti) a più dell'80 per cento (sereni).

TABELLA

mese	ore di insolazione	
	Pino T.	St. Barthélemy
Novembre 1970	133h.6	160h.5
Dicembre 1970	118 .6	163 .2
Gennaio 1971	117 .1	128 .3
Febbraio	188 .7	191 .1
Marzo	141 .5	184 .6
Aprile	90 .3	167 .2
Maggio	115 .2	127 .1
Giugno	203 .9	213 .1
Luglio	236 .7	303 .7
Agosto	191 .6	201 .0
Settembre	168 .9	237 .0
Ottobre 1971	180 .9	204 .1
Totale	1887 .0	2280 .9

Ed ecco ora alcuni brevi commenti. Si è avuta una lieve diminuzione rispetto all'anno precedente (1954h.1) e un aumento abbastanza sensibile rispetto al 1968-69 (1719h.4). Quello che più inte-

ressa, tuttavia, è il confronto con St. Barthélemy, che è sempre a vantaggio, sia pur lieve, della stazione valdostana; il che non deve meravigliare, perché essa vanta dal punto di vista dell'insolazione, uno dei coefficienti più alti d'Italia.

Si hanno i seguenti rapporti *R*:

anno	St. Barthélemy	Pino T.	R
1968-69	$2057^h.8$	$1719^h.4$	1.20
1969-70	1986. 6	1954 .1	1.02
1970-71	2280 .9	1887 .0	1.21

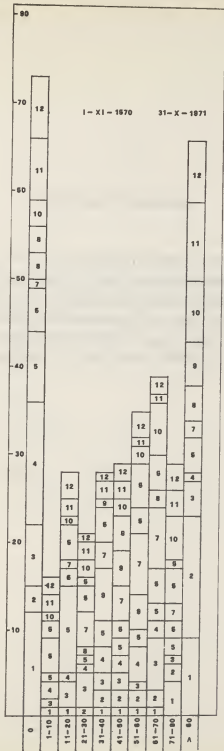
Come si diceva nel precedente Annuario, un commento più esauriente sarà possibile quando si disporrà di un più lungo periodo di osservazioni.

Ringraziamo per intanto ancora una volta il sig. Clemente Fillietroz, che cortesemente ci ha fatto pervenire i dati relativi alla stazione di St. Barthélemy da lui condotta.

Antonio Di battista
Mario G. Fracastoro

I - XI - 1970   31 - X - 1971

0 | 1-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | 61-70 | 71-80 | > 80

10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80

RINGRAZIAMENTO

ALLE SPESE PER LA PUBBLICAZIONE DI QUESTO ANNUARIO
HANNO GENEROSAMENTE CONTRIBUITO
L'ISTITUTO BANCARIO SAN PAOLO DI TORINO
E LA CASSA DI RISPARMIO DI TORINO.
AD ESSI SIAMO LIETI DI ESPRIMERE
IL NOSTRO VIVO RINGRAZIAMENTO

INDICE